

**Zum Bau des Herzens
des Göttinger Miniaturschweines
unter besonderer Berücksichtigung
der Herzeigengefäße**

Hans Georg Mühlenbruch

1971
—



Digitized by the Internet Archive
in 2026

AUS DEM INSTITUT FÜR MAKROSKOPISCHE
ANATOMIE DER TIERE
DER TIERÄRZTLICHEN FAKULTÄT DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN
Vorstand: Professor Dr. B. Vollmerhaus

ZUM BAU DES HERZENS
DES GÖTTINGER MINIATURSCHWEINES
UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DER HERZEIGENGEFÄßE

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der veterinär-medizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität München

von
Hans Georg Mühlenbruch
aus
Eschweiler/Oberbruch

München 1970

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen
Fakultät der Universität München

Dekan: Prof. Dr. B. Vollmerhaus
Referent: Prof. Dr. B. Vollmerhaus
Korreferent: Prof. Dr. E. Dahme

Tag der Promotion: 5. Februar 1971



INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
I. EINLEITUNG	1
II. MATERIAL UND TECHNIK	3
III. UNTERSUCHUNGEN	6
A Herzeigengefäße	6
a) Herzeigenarterien des Miniaturschweines	6
aa) Rechtskoronare Variante	7
1. Arteria coronaria sinistra	7
1.1. Ramus circumflexus sinister	7
1.1.1. Ramus ventricularis sinister proximalis	8
1.1.2. Ramus marginis ventricularis sinister	9
1.1.3. Ramus ventricularis sinister distalis	9
1.1.4. Ramus atrialis sinister proximalis	10
1.1.5. Ramus atrialis sinister intermedius	11
1.1.6. Ramus atrialis sinister distalis	12
1.2. Ramus descendens paraconalis	13
1.2.1. Äste zur Versorgung der linken Kammerwand	14
1.2.1.1. Ramus collateralis proximalis	14
1.2.1.2. Ramus collateralis distalis	14
1.2.1.3. Unbenannte Gefäße	15
1.2.2. Äste zur Versorgung der rechten Kammerwand	15
1.2.2.1. Arteria adiposa	16
1.2.2.2. Unbenannte Gefäße	16
1.2.3. Äste zur Versorgung des septum interventriculare	17
1.2.3.1. Ramus septi interventriculare	17
1.2.3.2. Unbenannte Gefäße	17
2. Arteria coronaria dextra	18
2.1. Ramus circumflexus dexter	18
2.1.1. Arteria adiposa	19
2.1.2. Ramus ventricularis dexter proximalis	19
2.1.3. Ramus marginis ventricularis dexter	20
2.1.4. Ramus ventricularis dexter distalis	21

2.1.5.	Ramus atrialis dexter proximalis	21
2.1.6.	Ramus atrialis dexter intermedius	22
2.1.7.	Ramus atrialis dexter distalis	22
2.1.8.	Ramus septi interventriculare	23
2.2.	Ramus descendens subsinuos	23
2.2.1.	Äste zur Versorgung der rechten Kammerwand	23
2.2.2.	Äste zur Versorgung der linken Kammerwand	24
2.2.3.	Äste, die in das Septum interven- triculare ziehen	24
2.2.3.1.	Ramus ventricularis sinister	25
3.	Versorgung der Papillarmuskeln	25
ab)	Linkskoronare Variante	26
1.	Arteria coronaria sinistra	27
2.	Arteria coronaria dextra	27
b)	Herzeigenvenen des Miniaturschweines	28
1.	Sinus coronarius	28
2.	Vena cordis media	29
2.1.	Ramus ventricularis dexter distalis	30
2.2.	Äste zur Versorgung der rechten Kammerwand	30
2.3.	Äste zur Versorgung der linken Kammerwand	31
2.4.	Äste zur Versorgung des Septum interventriculare	31
3.	Vena cordis magna	31
3.1.	Ramus circumflexus sinister	32
3.1.1.	Äste, deren Einzugsgebiet in der linken Kammerwand liegt	33
3.1.1.1.	Ramus ventricularis sinister distalis	33
3.1.1.2.	Ramus marginis ventricularis sinister	33
3.1.1.3.	Ramus ventricularis sinister proximalis	34
3.1.2.	Äste, deren Einzugsgebiet in der linken Vorkammerwand liegt	34

	Seite
3.2. Ramus descendens paraconalis	35
4. Venae cordis parvae	36
4.1. Ramus marginis ventricularis dexter	37
4.2. Ramus ventricularis dexter proximalis	38
4.3. Vena adiposa	38
4.4. Ramus atrialis dexter proximalis	38
5. Venae cordis minimae	39
6. Venenklappen	40
c) Anastomosen	41
1. Arterio-arterielle Anastomosen	41
2. Veno-venöse Anastomosen	42
3. Arterio-venöse Anastomosen	43
B Zur Topographie des Herzens beim Miniaturschwein	44
1. Anteile des Herzens, die auf der rechten Seite gelegen sind	48
2. Anteile des Herzens, die auf der linken Seite gelegen sind	48
C Befestigung des Herzens	50
D Relatives Herzgewicht und Form des Herzens	52
1. Relatives Gewicht	52
2. Form	53
E Das Herz als Ganzes	54
1. Herzäußere	54
2. Herzinne	55
2.1. Rechte Vorkammer	55
2.2. Linke Vorkammer	56

	Seite
2.3. Rechte Kammer	56
2.4. Linke Kammer	56
F Zur Technik der intrakardialen Injektion beim Miniaturschwein	57
IV. ZUSAMMENFASSUNG	59
IV. SUMMARY	60
Abb.I Herzeigengefäße des Miniaturschweines Facies auricularis	61
Abb.II Herzeigengefäße des Miniaturschweines facies atrialis	62
Abb.III Leicht schematisierter Brustsitus des Miniaturschweines nach Entfernung der Lungen und der Serosa (rechte Ansicht)	63
Abb.IV Transversalschnitt in der Linea anconeae in kranialer Sicht	64
V. LITERATURVERZEICHNIS	65

I. EINLEITUNG

In der human- und veterinärmedizinischen Forschung werden zu Versuchszwecken hauptsächlich als Nagetiere Maus, Kaninchen und Ratte, als Fleischfresser Hund und Katze, eingesetzt. Es hat sich jedoch gezeigt, daß diese Tiere für physiologisch vergleichende Studien am Menschen ungeeignet sind, da sie sowohl anatomisch als auch ernährungsphysiologisch dem menschlichen Organismus artfremd sind. Lediglich die einzige, dem Menschen verwandte Tierart, die Affen, würden sich für vergleichende Untersuchungen sehr gut eignen, jedoch wird der Einsatz dieser hochempfindlichen und kostspieligen Tiere nicht nur aus ethischen Gründen beschränkt bleiben. Es ist seit langem bekannt, daß das Schwein, im Hinblick auf seinen Bau und Stoffwechsel, mit dem des Menschen sehr viel Ähnlichkeit hat. "Sein Herz, sein Gefäßsystem, seine Ernährung, seine Verdauungswege, sogar seine Zähne gleichen denen des Menschen" (24).

Außerdem ist das Schwein empfänglich für eine Reihe menschenpathogener Krankheitserreger, die bislang nur auf dieses Versuchstier übertragen werden konnten. Weiterhin findet es zunehmend Verwendung im Bereich der Arteriosklerose- und Lipidstoffwechselforschung. Warum dieses fast als ideal zu bezeichnende Untersuchungsobjekt noch nicht wesentlich weiter in die Forschung als Versuchstier eingedrungen ist liegt hauptsächlich daran, daß allen

diesen Vorteilen einige schwerwiegende Nachteile gegenüberstehen. "In besonderem Maße sind es die Körpergröße, der Raum- und Pflegeanspruch und die sehr hohen Futterkosten, die die Verwendung des normalen Hausschweines als Versuchstier ganz erheblich einschränken" (6). Der Züchtung einiger Zwergschweinerassen ist es zu verdanken, daß das Schwein immer mehr als Labortier eingesetzt wird. Neben den Vorzügen, die der Schweinerasse als Versuchstiere anhaften, bieten die Miniaturschweine noch folgende: Wesentlich geringere Körpergröße sowie weit unter den des Hausschweines liegende Fütterungs- und Haltungskosten. Außer den in den USA gezüchteten Hanford- und Hormel-Zwergschweinen, steht das zu Untersuchungszwecken an der Göttinger Universität gezogene 'Göttinger Miniaturschwein' zur Verfügung. Dies ist eine Kreuzung aus dem vietnamesischen Hängebauchschwein und dem aus den USA importierten Hormel-Minaturschwein. Ausschließlich Vertreter dieser Rasse sind zu unserer Untersuchung herangezogen worden.

Es sei noch erwähnt, daß in dieser Arbeit die Veterinär-Anatomische-Nomenklatur von 1968 berücksichtigt wird, die von S c h a l l e r, H a b e l und F r e w e i n (35) herausgegeben wurde.

II. MATERIAL UND TECHNIK

Zur Untersuchung standen zwölf sechs Monate alte Miniaturschweine beiderlei Geschlechts und zusätzlich neun bereits exenterierte Miniaturschweinherzen gleichaltriger Tiere zur Verfügung. Die Versuchstiere wurden teils durch die intravenöse Injektion in die Ohrvene, teils durch die intrakardiale Injektion von T 61 getötet. Weiterhin erfolgte die Tötung derjenigen Tiere, die vollständig zur Formalinfixation herangezogen wurden,vermittels des Bolzenschußapparates. Dies hatte den Vorteil, daß die noch pulsierende Arteria carotis dextra oder sinistra zur Entblutung und Formalininfusion leichter zu finden waren. Da die Tiere zusätzlich auf Organverschiebungen im Bereich des Bauchraumes bei verschiedenen Füllungszuständen des Magens untersucht wurden (8), war es notwendig, die Fixation unter Wasser schwimmend in aufrechter Stellung vorzunehmen. Hierdurch wurde jede Verlagerung der Eingeweide post mortem mit größter Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen und die Fixation der Tiere bei vorgeführten Vordergliedmaßen wesentlich erleichtert. Für die Anfertigung des Transversalschnittes wurde ein nach dieser Methode fixiertes Schwein für drei Tage in die Tiefkühlzelle gestellt und im tiefgefrorenen Zustand mit der Bandsäge in der Linea anconeae zerlegt.

Als Injektionstechnik wurde die von S c h u m m e r (38, 39) beschriebene Plastoidinfusion verwandt. Dabei ließen sich

die Arterien sowohl durch Einbinden der Knopfkanüle in die Aorta, als auch durch getrenntes Einbinden der Kanüle in die Arteria coronaria dextra und sinistra unmittelbar nach ihrem Ursprung aus der Aorta füllen. Bei der Injektion in die Aorta schlossen die Semilunarklappen nach anfänglich rascher Füllung des Gefäßes gegenüber der linken Kammer dicht ab. Eine Füllung der arteriellen Seite des Herzens einschließlich der Herzeigenarterien war nur möglich, wenn die Semilunarklappen durchstoßen, und die Valvula bicuspidalis durch vorsichtiges Zerreißen einiger Chordae tendineae von der Aorta aus insuffizient wurde. Bei dieser Methode empfiehlt es sich, wenigstens eine Pulmonalvene so lange offen zu lassen, bis Injektionsmaterial aus ihr austritt, um Luftansammlungen im Bereich der linken Vorkammer zu vermeiden. Ebenso ist es nötig, das Herz vor der Injektion mit physiologischer Kochsalzlösung durchzuspülen, um Blutkoagula aus den Kammern und Vorkammern zu entfernen.

Bei der Füllung der Venen war es wesentlich, den Injektionsdruck sehr niedrig zu halten und mit äußerst dünnflüssigem Material zu arbeiten, damit die Klappen funktionslos blieben. Erfolgte trotzdem ein Stau des Injektionsmaterials vor einer Klappe, so konnte dieses Hindernis durch vorsichtige Massage überwunden werden. Welche Venen besonders injeziert wurden und an welchen Stellen dies erfolgte, beschreibt R i c k e r t (33) ausführlich und soll an dieser Stelle

nicht wiederholt werden. Die von uns verwandte Korrosionstechnik ist bei S c h u m m e r (38, 39) erläutert. Bei zwei Präparaten wurden Arterien und Venen gleichzeitig mit verschieden gefärbtem Plastoid injiziert, um die Lage der Gefäße zueinander deutlich zu machen. In einem Fall erfolgte eine Latexinjektion mit anschließender Präparation der Gefäße in situ. Latex eignet sich besonders gut, da es gegen Einschnitte und Verlagerung bei der Präparation vollkommen unempfindlich war. Da Latex im pH Bereich unter sieben sofort zu einer gummiähnlichen Masse erstarrt, war es wesentlich, bei der Injektion im basischen Bereich zu arbeiten. Dies erfolgte durch das Auswaschen der Kanüle, der Spritze und des Vorratsbehälters mit Wasser, dem einige Tropfen 20%iges Amoniak zugesetzt wurden. Die Polymerisation des Latex und gleichzeitige Fixierung des Präparates erfolgte in 10%iger Formalinlösung.

III. UNTERSUCHUNGEN

A Herzeigengefäße

a) Herzeigenarterien des Miniaturschweines

Das Herz des Miniaturschweines wird wie die Herzen aller unserer Haussäugetiere von zwei aus der Aorta entspringenden Arterien versorgt. Es sind dies die A. coronaria sinistra und die A. coronaria dextra. H a b e r m e h l (12), teilt auf Grund des unterschiedlichen Verteilungssystems der Coronararterien unsere Haussäugetiere in zwei Gruppen ein: So ist beim Fleischfresser und Wiederkäuer der R. interventricularis subsinuosus ein Ast der A. coronaria sinistra (linkskoronare Variante), beim Pferd und Schwein entspringt dieser Ast jedoch aus der A. coronaria dextra (rechtskoronare Variante). H a b e r m e h l (12) berichtet weiter, daß diese Einteilung von Ausnahmen behaftet ist. Die Herzeigenarterien sind zwei ungleichstarke Gefäße beim Miniaturschwein, die A. coronaria sinistra hat das doppelte Kaliber der A. coronaria dextra. Dies steht im Gegensatz zu den Befunden, die R i c k e r t (33) beim Hausschwein angibt, er spricht von "zwei etwa gleich starken Gefäßen." Zunächst sei die Art der Verzweigung bei der rechtskoronaren Variante beschrieben.

aa) Rechtskoronare Variante

1. Die Arteria coronaria sinistra (Abb. I 1) liegt in Fettgewebe eingebettet und entspringt als etwa 3-4mm starkes Gefäß aus dem Sinus aortae, 3mm oberhalb der Valva aortae, über deren Velum semilunare sinistrum. Von hier aus verläuft sie zwischen A. pulmonalis und dem linken Herzhohr in Richtung auf den Sulcus interventricularis paraconalis. Bevor sie diesen erreicht, teilt sich die Arterie nach etwa 3-4mm in den R. circumflexus sinister und den R. descendens paraconalis.

1.1. Der im Durchmesser 1,5mm betragende Ramus circumflexus sinister (Abb. I 2, Abb. II 1) verläuft ebenfalls von reichlich Fettgewebe bedeckt, subepicardial entlang der Basis des linken Herzhohres, von dessen Spitze bedeckt, im Sulcus coronarius sinister, in Richtung zum Margo ventricularis sinister. Im Sulcus coronarius weiterverlaufend, gelangt er auf die Facies atrialis, erreicht aber bei der 'rechtskoronaren Variante' nicht den Sulcus interventricularis subsinuosus. Während des vorhin beschriebenen Verlaufes gibt der R. circumflexus sinister zahlreiche kleinere und größere Nebenarterien ab, von denen die größeren nach ihrer Lage und nach ihrem Versorgungsgebiet benannt sind:

- 1.1.1. R. ventricularis sinister proximalis
- 1.1.2. R. marginis ventricularis sinister
- 1.1.3. R. ventricularis sinister distalis
- 1.1.4. R. atrialis sinister proximalis
- 1.1.5. R. atrialis sinister intermedius
- 1.1.6. R. atrialis sinister distalis

Die drei ersten Arterien versorgen die Wand der linken Kammer, die folgenden die Wand der linken Vorkammer.

1.1.1. Der Ramus ventricularis sinister proximalis (Abb. 1 3) verläßt als 1,0-1,5mm starkes Gefäß 2-6mm nach der Aufzweigung der A. coronaria sinistra in den R. descendens paraconalis und den R. circumflexus sinister den letzteren in mehr oder weniger spitzem Winkel ($15-30^{\circ}$). Ursprungsstelle und Winkel variieren so, daß das Gefäß immer an der gleichen Stelle unter dem linken Herzhohr hervortritt. Von dort aus verläuft es etwa parallel zum Sulcus interventricularis paraconalis herzspitzenwärts. In keinem Fall wird wie beim Herz des Hausschweines (33) die Herzspitze erreicht, sondern das Gefäß endet subepicardial verlaufend 2-3cm oberhalb der Apex cordis. Auf seinem Weg gibt dieser Ast zahlreiche Zweige ab, die nach kurzem subepicardialem Verlauf ins Myocard hineinziehen. Sein Versorgungsgebiet liegt zwischen sulcus interventricularis paraconalis und Margo ventricularis sinister.

1.1.2. In Höhe des Margo ventricularis sinister entspringt der Ramus marginis ventricularis sinister (Abb. I 4, Abb. II 2;6) dem R. circumflexus sinister. Hinsichtlich seiner Stärke zeigt er unterschiedliches Verhalten. In den meisten Fällen zieht er bis zur Hälfte der linken Ventrikelwand parallel zum vorigen Gefäß herzsipitzenwärts und ist dann der Schwächste der drei benannten Äste, die die linke Ventrikelwand versorgen. Zieht er jedoch bis zur Apex cordis, so ist er die stärkste Arterie, die den R. circumflexus sinister verläßt. Dieses unterschiedliche Verhalten wurde beim Herz des Hausschweines von R i c k e r t (33) nicht beschrieben, ebenfalls konnte eine Aufgabelung dieses Astes unmittelbar nach seinem Ursprung nicht gefunden werden. Versorgt wird von dieser Arterie das Gebiet um den Margo ventricularis sinister und ein Teil der linken Kammerwand, die angrenzend an diesen auf der Facies atrialis gelegen ist.

1.1.3. Als letzter benannter Ast verläßt der Ramus ventricularis sinister distalis (Abb. II 3) den R. circumflexus sinister. Seine Ursprungsstelle liegt in der Mitte zwischen Margo ventricularis sinister und Sulcus interventricularis subsinuosus unter dem R. circumflexus der V. cordis magna. Er verläuft subepicardial in einem Winkel von 70° entspringend parallel zum R. marginis ventricularis sinister herzsipitzenwärts in Richtung auf den Sulcus interventricularis subsinuosus, den er aber in keinem Fall erreicht. Seine

Endzweige ziehen auf halber Höhe zwischen Basis und Apex der linken Kammer ins Myocard. Durch ihn wird der linke Kammerwandteil zwischen Sulcus interventricularis subsinosus und Margo ventricularis sinister versorgt. Dabei wird er, im Bereich des Sulcus interventricularis subsinosus, von den Seitenästen des R. interventricularis subsinosus unterstützt, einem Ast der A. coronaria dextra.

An der Versorgung der linken Kammerwand sind neben oben aufgeführten Gefäßen, noch zahlreiche bis zu 2cm lange Nebenäste beteiligt, die ebenfalls aus dem R. circumflexus sinister entspringen. Sie versorgen hauptsächlich das Gebiet in unmittelbarer Nachbarschaft des Sulcus coronarius sinister herzspitzenwärts. Die Anzahl der bis zu 1mm starken Gefäße nimmt in Richtung auf den Sinus coronarius zu. Nach ihrem Ursprung verästeln sich diese Arterien sehr schnell und treten nach kurzem subepikardialen Verlauf in das Myokard ein. Sie verlaufen parallel zu den benannten Gefäßen.

1.1.4. Von den zur linken Vorkammer ziehenden Arterien ist als erster der Ramus atrialis sinister proximalis (Abb. 15) benannt. Er entspringt unmittelbar nach der Teilung der A. coronaria sinistra in den R. circumflexus sinister und verläuft zwischen linker Vorkammer und Lungenarterie, unter dem linken Herzohr gelegen, herzbasiswärts. Er entläßt Äste für

die Versorgung jenes Teiles der linken Vorkammer, der unter der Lungenarterie gelegen ist und verläuft weiter entlang der Basis des linken Herzhohres, um sich dort nach 1-2cm zu verlieren. In einem Fall teilt sich der R. atrialis sinister proximalis in Höhe des Aortenursprunges. Der eine Ast verläuft in vorher beschriebener Art. Der andere Ast hingegen zieht zwischen Aortenursprung und v. cava cranialis und verläuft weiter zwischen Hohlvene und Basis des rechten Herzhohres, wo er sich verliert.

1.1.5. Der Ramus atrialis sinister intermedius (Abb. I 6;7, Abb. II 4) zeigt unterschiedliches Verhalten. Er entspringt 10mm nach der Abgabe des R. ventricularis sinister proximalis aus dem R. circumflexus sinister. Nach Erreichen der linken Vorkammerwand teilt er sich in zwei gleich starke Äste, die entgegengesetzt im Sulcus coronarius verlaufen. Der eine Ast zieht in Richtung Facies auricularis, bleibt vom Herzhohr bedeckt und verteilt sich nach ca. 2cm an seiner Basis. Dieser Ast versorgt Vorkammer und Herzhohr in der Gegend oberhalb des Sulcus interventricularis paraconalis. Der andere Ast zieht in Richtung facies atrialis, umfaßt das Herzhohr von ventral und verliert sich etwa 2cm nach der Umbiegungsstelle unter der V. azygos sinistra. Hier treffen die Versorgungsgebiete des R. atrialis sinister proximalis und intermedius zusammen. Weiterhin werden das Herzhohr und die Vorkammer im Gebiet des Margo ventricularis sinister

versorgt. Dieser Verlauf stimmt mit dem beim Hausschwein überein (33). In den meisten Fällen jedoch fehlt dieses Gefäß völlig oder ist nur in seinem Anfangsteil ausgebildet, so daß die Versorgung der vorher beschriebenen Gebiete von mehreren unbenannten Arterien übernommen werden muß.

1.1.6 Der R. circumflexus sinister entläßt kurz vor seiner Endaufzweigung in Höhe des Sinus coronarius das letzte benannte Vorkammergefäß, den Ramus atrialis sinister distalis (Abb. II 5). Dieser ist der schwächste der drei Vorkammeräste. Er verzweigt sich unmittelbar nach seinem Austritt, nachdem er den Sulcus coronarius überquert hat, in der Wand der linken Vorkammer im Bereich des Sinus coronarius. Das linke Herzohr und die linke Vorkammer werden zusätzlich von zwei bis drei kleineren Gefäßen versorgt, die wie die vorher beschriebenen benannten Vorkammergefäße subepikardial verlaufen und im Bereich des Sulcus coronarius von reichlich Fettgewebe eingehüllt sind. Eigentümlich an diesen Gefäßen ist, daß sie häufig vorkammerabseitig aus dem R. circumflexus sinister entspringen, um dann das Stammgefäß unterkreuzend zum Vorhof zu ziehen. Diese Beobachtung konnte Z ö l c h (46) ebenfalls beim Hausschwein machen.

1.2. Der Ramus descendens paraconalis (Abb. I 8) entspringt im Sulcus interventricularis paraconalis aus der A. coronaria sinistra. Sein Durchmesser beträgt etwa 1,5mm. Er verläuft im Sulcus gelegen zwischen den beiden Herzkammern herzspitzenwärts, um sich in der Gegend der Incisura apicis cordis zu verlieren. Sein Verlauf ist subepicardial, er ist jedoch in der oberen Hälfte von reichlich Fett umgeben.

Wie beim Hausschwein folgen seine Endzweige, sobald sie den Sulcus verlassen haben, streng der Faserrichtung der Muskulatur und bilden mit den Endzweigen des R. descendens subsinuosus, der A. coronaria dextra am Apex cordis, ähnlich wie die Muskulatur eine Wirbelfigur, die jedoch nur beim Aufblick auf die Herzspitze deutlich wird` (33). Das Versorgungsgebiet dieses Astes erstreckt sich auf die linke und rechte Herzkammer, weiterhin ist er wesentlich an der arteriellen Durchblutung des Septum interventriculare beteiligt. Seine Abzweigungen sollen nicht in der Reihenfolge ihres Abganges aus dem Stammgefäß beschrieben werden sondern als Gefäßgruppe, die ein bestimmtes Gebiet versorgen.

1.2.1. Äste zur Versorgung der linken Kammerwand

1.2.2. Äste zur Versorgung der rechten Kammerwand

1.2.3. Äste zur Versorgung des Septum interventriculare

1.2.1. Von den sieben bis acht über 0,8mm großen Gefäßen, die aus dem R. descendens paraconalis entspringen und in die linke Kammerwand ziehen, sind nur zwei in der Literatur benannt. B a n c h i (1) bezeichnet diese Äste als R. collateralis descendens anterior primus und secundus, P r e u ß (31) als R. collateralis proximalis und distalis.

1.2.1.1. Als erstes benanntes Gefäß welches zur linken Kammerwand zieht, entläßt der R. descendens paraconalis den Ramus collateralis proximalis (Abb. I 9). Sein Ursprung liegt unterschiedlich im basalen Drittel des Sulcus interventricularis paraconalis. Die Stärke ist entgegen den Befunden beim Hausschwein geringer, als die des R. collateralis distalis; ebenso erreicht dieser Ast nie die Herzspitze wie dies bei R i c k e r t (33) für das Hausschwein beschrieben wird. Sein Verlauf entspricht der Muskelfaserichtung, also herzspitzenwärts. Sein Endverzweigungsgebiet liegt auf der Facies auricularis, wo er die linke Herzkammer im mittleren Abschnitt versorgt.

1.2.1.2. 5-10mm proximal von dieser Arterie entspringt der beim Miniaturschwein stärkste Seitenast des R. descendens paraconalis, der bei P r e u ß (31) als Ramus collateralis distalis (Abb. I 10) benannt ist. Dieses 1,5mm starke Gefäß verläuft ebenfalls parallel der Muskelfasern bis zur Herzspitze. Das Versorgungsgebiet dieses Astes liegt im mittleren

und herzspitzennahen Drittel der linken Kammerwand auf der Facies auricularis. Dem Verlauf des Gefäßes gemäß liegt das mittlere versorgte Drittel nahe dem Sulcus interventricularis paraconalis, das herzspitzenwärtige am Margo ventricularis sinister der linken Kammer.

1.2.1.3. Die unbenannten Gefäße sind besonders im Herzspitzenbereich so dicht gelagert, daß die Endaufzweigung dieser, wie auch die der bereits beschriebenen Gefäße, relativ eng ist d.h., nur der das Stammgefäß verlassende Seitenast verläuft subepicardial, während die Nebengefäße der Seitenäste nach kurzem epicardialem Verlauf senkrecht in das Myocard eindringen. Auffallend im Herzspitzenbereich ist weiterhin, daß die in dieser Gegend aus dem R. descendens paraconalis entspringenden unbenannten Seitenäste fast senkrecht aus dem Stammgefäß hervortreten und den Muskelfasern folgend einen rückwärtigen Verlauf aufweisen.

1.2.2. Die Versorgung der rechten Kammerwand vom R. descendens paraconalis ist sehr viel geringer ausgebildet als die der linken. Lediglich im Bereich der Herzspitze findet sich ein größeres Gefäß, das aber in der Literatur nicht benannt ist.

1.2.2.1. Als einzig benannter Ast ist die Arteria adiposa (Abb. 1 11) beschrieben. Sie verläßt den R. descendens paraconalis 10-20mm nach dessen Ursprung aus der A. coronaria sinistra. Sie zieht subepicardial gelegen und in reichlich Fettgewebe eingebettet zum Konus der Lungenarterie und verzweigt sich in diesem Gebiet. In einem Fall ist dieser Ast gespalten. Während sich der eine Zweig 'normal' verhält, zieht der andere rückwärtig parallel zum R. descendens paraconalis verlaufend, über den Sulcus coronarius hinweg, um als Vas vasis in die Wand der Lungenarterie einzutreten.

1.2.2.2. Von den unbenannten, die rechte Kammerwand versorgenden, aus dem R. descendens paraconalis entspringenden Gefäßen, soll nur ein beim Miniaturschwein besonders stark ausgebildeter Ast gesondert beschrieben werden. Dieses ca. 12mm herzspitzenwärts des R. collateralis distalis entspringende Gefäß zieht sich sehr reich subepicardial verzweigend in Richtung auf die Herzspitze, erreicht diese jedoch nicht. Das Versorgungsgebiet dieses Astes umfaßt das gesamte untere Drittel der rechten Kammer, welches auf der Facies auricularis liegt und bis an den Margo ventricularis dexter heranreicht. Unterstützt wird diese Arterie von zwei weiteren leicht geschlängelt verlaufenden Asten, die weiter herzspitzenwärts aus dem R. descendens paraconalis entspringen. In der oberen Hälfte des Verlaufes des R. descendens paraconalis verlassen noch etwa 3-4 kleinere Arterien das

Stammgefäß, deren Reichweite in Richtung auf die rechte Kammer 10-12mm beträgt.

1.2.3. Neben den bisher beschriebenen subepicardial verlaufenden Nebenästen des R. descendens paraconalis, entläßt dieses Gefäß mehrere senkrecht ins Septum interventriculare ziehende Arterien.

1.2.3.1. Als einzig benannter und stärkster Ast (1,3mm) verläßt der Ramus septi interventriculare den R. descendens paraconalis etwa 5mm nach seinem Ursprung aus der A. coronaria sinistra. Er verläuft in Richtung auf das Zentrum der Kammerscheidewand. Bevor er dieses erreicht, teilt er sich in zwei Äste, von denen der eine den weiter basiswärts gelegenen, der andere den weiter spitzenwärts gelegenen Teil des Zentrums versorgt.

1.2.3.2. Der Abschnitt der Kammerscheidewand, der zwischen dem Zentrum und dem Sulcus interventricularis paraconalis gelegen ist, wird von etwa acht, im Abstand von 5-7mm aus dem R. descendens paraconalis entspringenden unbenannten Gefäßen versorgt. Diese Arterien ziehen senkrecht in die Scheidewand. Auffallend ist, daß sie häufig unmittelbar nach ihrem Ursprung zweigeteilt sind.

2. Die Arteria coronaria dextra (Abb. I 12), deren Durchmesser 1,8-2mm beträgt, nimmt ihren Ursprung aus der Aorta im Bereich des Sinus aortae etwa 8mm oberhalb der Valvula semilunaris dextra. Von hier aus läuft sie entlang des Konus der Lungenarterie, um unter dem rechten Herzohr in den sulcus coronarius dexter einzutreten. Sie ist während ihres Verlaufes von der rechten Herzohrspitze bedeckt und von reichlich Fettgewebe umgeben. Nach Erreichen der rechten Kranzfurche wird sie als R. circumflexus dexter benannt.

2.1. Der Ramus circumflexus dexter (Abb. I 13, Abb. II 7) verläuft unter dem rechten Herzohr gelegen im Sulcus coronarius in Richtung auf den Margo ventricularis dexter. Von hier aus biegt er um auf die Facies atrialis, verläuft weiterhin von reichlich Fettgewebe bedeckt im Sulcus coronarius entlang der Basis der rechten Kammer. Kurz vor Erreichen des Sulcus interventricularis subsinuosus biegt das Gefäß, aus dem Sulcus coronarius hervortretend und über die Basis der rechten Kammer verlaufend, in den herzspitzenwärts ziehenden Sulcus ein. Nach Eintritt in den Sulcus interventricularis subsinuosus wird diese Arterie als R. descendens subsinuosus bezeichnet. Auf seinem Verlauf entlang des Sulcus coronarius entläßt der R. coronarius dexter außer einigen unbenannten Ästen, folgende benannten:

2.1.1. Arteria adiposa

2.1.2. Ramus ventricularis dexter proximalis

2.1.3. Ramus marginis ventricularis dexter

2.1.4. Ramus ventricularis dexter distalis

2.1.5. Ramus atrialis dexter proximalis

2.1.6. Ramus atrialis dexter intermedius

2.1.7. Ramus atrialis dexter distalis

2.1.8. Ramus septi interventriculare

2.1.1. 10mm nach ihrem Ursprung aus der Aorta entläßt der R. circumflexus dexter als erstes Gefäß in Richtung auf die rechte Kammer die Arteria adiposa. Sie zieht herzsptitzenwärts und wendet sich im leichten Bogen dem Sinus trunci pulmonalis zu. Sie versorgt die Wand der rechten Kammer im Bereich der Kranzfurche um den Sinus trunci pulmonalis herum.

2.1.2. Einige Millimeter neben dem vorher beschriebenen Gefäß in Richtung auf den Margo ventricularis dexter entspringt der Ramus ventricularis dexter proximalis (Abb. 1 15) aus dem R. coronarius dexter. Die Ursprungsstelle ist wie bei der A. adiposa vom rechten Herzohr bedeckt. Im Bereich des Sulcus coronarius sind diese Arterien ebenfalls von reichlich Fett eingehüllt. Anfänglich, etwa 2-3cm parallel zum Sulcus interventricularis paraconalis verlaufend, teilt

sich das Gefäß in zwei Äste von denen der eine in Richtung auf den Sulcus verläuft, der andere dem Margo ventricularis dexter zustrebt. Sulcus und Margo werden jedoch nicht erreicht, so daß die Versorgung durch dieses Gefäß sich auf die Basishälfte der rechten Kammerwand beschränkt, die zwischen Sinus trunci pulmonalis und Margo ventricularis dexter gelegen ist.

2.1.3. Auf der Höhe des Margo ventricularis dexter, am Übergang zwischen Herzohr und rechter Vorkammer entspringt von besonders viel Fettgewebe umgeben der Ramus marginis ventricularis dexter (Abb. I 16, Abb. II 20) aus dem R. circumflexus dexter. Er ist in der Mehrzahl der Fälle der stärkste Ast (0,8mm), der aus der Koronararterie entspringt. Herzspitzenwärts, entlang des Margo ventricularis dexter verlaufend, wendet sich dieser Ast auf halber Höhe der Kammer hinüber auf die Facies atrialis. Er versorgt das Gebiet um den Margo ventricularis dexter bis zur Kammerhälfte, zusätzlich auf der Facies atrialis das Gebiet, welches im herzspitzendrittel der rechten Kammer liegt, aber nicht bis an den Sulcus interventricularis subsinuosus heranreicht.

2.1.4. Als letzten benannten Ast zur rechten Kammerwand entläßt der R. circumflexus dexter den Ramus ventricularis dexter distalis (Abb. II 9). Die Ursprungsstelle dieses Gefäßes liegt etwa 10mm vor der des vorigen entfernt auf der Facies atrialis. Der Durchmesser variiert sehr stark, je nachdem wie weit die Seitenäste des R. descendens subsinosis auf die Basis der rechten Kammerwand herüberziehen. Sind diese stark ausgebildet, so ist der Durchmesser des R. ventricularis dexter distalis nur schwach. Jedoch konnten auch umgekehrte Verhältnisse festgestellt werden. Der Verlauf dieses Gefäßes ist parallel zum vorher beschriebenen, jedoch reicht seine Endaufzweigung unterschiedlich weit bis an den Sulcus interventricularis subsinosis. Sein Versorgungsgebiet liegt in dem Dreieck, dessen Begrenzung aus einer Linie vom Margo ventricularis dexter im Koronarbereich zur Mitte des Sulcus interventricularis subsinosis, von diesem Sulcus und von der rechten Kranzfurche gebildet wird.

2.1.5. Von den Ästen, die zur rechten Vorkammer ziehen, entspringt als erster der Ramus atrialis dexter proximalis (Abb. I 17) aus dem R. circumflexus dexter. Er ist der Stärkste der Vorkammergefäße und entspringt unterschiedlich zwischen der Austrittsstelle der A. adiposa und dem R. ventricularis dexter proximalis aus der Kranzarterie. Nach kurzem einheitlichem Verlauf teilt er sich in zwei Äste.

Während der eine als *Vas vasis* den Aortenursprung versorgt, übernimmt der andere längere Ast, an der Aorta vorbei zwischen rechter und linker Vorkammer verlaufend, die Versorgung desjenigen Abschnittes der rechten Vorkammerwand, der dem Ursprung der kranialen Hohlvene benachbart ist. Er ist ebenfalls an der Versorgung des rechten Herzhohres beteiligt.

2.1.6. Der Ramus atrialis dexter intermedius (Abb. II 10) ist der Schwächste der benannten Vorkammergefäße. Er entspringt auf der Höhe des *Margo ventricularis dexter* auf der *Facies atrialis*, verläuft in Richtung auf die rechte Vorkammer und verzweigt sich dort unterhalb des Ursprungs der *V. cava cranialis*.

2.1.7. Als letzter benannter, zur rechten Vorkammer ziehender Ast, verläßt der Ramus atrialis dexter distalis (Abb. II 11) den *R. circumflexus dexter*. Die Ursprungsstelle dieses Astes liegt am Übergang des *R. circumflexus dexter* in den *R. descendens subsinuosus*. Das Versorgungsgebiet dieser Arterie liegt im Ursprungsbereich der kaudalen Hohlvene.

Außer den benannten ziehen noch eine Reihe unbenannter Gefäße, aus der rechten Kranzarterie entspringend, zur rechten Vorkammer und zum rechten Herzhohr. Alle Vorkammergefäße sind

in ihrem Ursprungsbereich von reichlich Fettgewebe umgeben und verlaufen ausnahmslos bis zu ihrer Endaufzweigung subepicardial.

2.1.8. Ein beim Hausschwein von R i c k e r t (33) beschriebener Ramus septi interventriculare konnte in keinem Fall beim Miniaturschwein nachgewiesen werden.

2.2. Wie schon weiter vorne beschrieben, wird der R. circumflexus dexter nach Erreichen des Sulcus interventricularis subsinuosus als Ramus descendens subsinuosus (Abb. II 12) bezeichnet. Dieser Ast zieht, im Sulcus gelegen der Herzspitze zu, die er in allen Fällen erreicht. Auf seinem Weg gibt er zahlreiche Nebenäste ab, die alle, mit Ausnahme des R. ventricularis sinister, unbenannt sind. Aus diesem Grund sollen die Nebenäste gruppenweise nach ihrem Versorgungsgebiet eingeteilt werden.

2.2.1. Äste zur Versorgung der rechten Kammerwand

2.2.2. Äste zur Versorgung der linken Kammerwand

2.2.3. Äste, die ins Septum interventriculare ziehen

2.2.1. Von den sieben bis acht zur rechten Kammerwand ziehenden Gefäßen sind die stärksten zwei bis drei Äste im mittleren Drittel des Sulcus interventricularis subsinuosus ausgebildet. Diese Äste verlaufen subepicardial und erreichen den Margo ventricularis dexter im Herzspitzen-

drittel, wo sie sich reich verzweigen und ins Myocard ziehen. Im Herzbasis- und im Herzspitzenbereich beschränkt sich die arterielle Versorgung durch die schwächeren Gefäße auf einen etwa 2cm breiten Streifen der rechten Kammerwand, der an den Sulcus interventricularis subsinuosus grenzt.

2.2.2. Zur Versorgung der linken Kammerwand sind im Durchschnitt vier bis fünf Gefäße ausgebildet, die einen etwa 5-10mm breiten Streifen der linken Kammerwand versorgen, welcher an den Sulcus interventricularis subsinuosus grenzt. Im Gegensatz zu den vorher beschriebenen Ästen, die die rechte Kammerwand versorgen, verlaufen diese Gefäße unmittelbar nach ihrem Ursprung aus dem R. descendens subsinuosus myocardial.

2.2.3. Die bei weitem stärksten und am zahlreichsten ausgebildeten Seitenäste des R. descendens subsinuosus werden zur Versorgung der Kammerscheidewand herangezogen. Es sind dies etwa acht bis zwölf Gefäße, die im rechten Winkel aus der Längsfurchenarterie entspringen und in das Septum interventriculare ziehen. Sie versorgen einen etwa 2cm breiten Streifen der Kammerscheidewand, welcher dem Sulcus interventricularis benachbart ist.

2.2.3.1. Der Ramus ventricularis sinister ist der einzige benannte Ast, der aus dem R. descendens subsinuosus unmittelbar nach dessen Ursprung hervorgeht. Im Gegensatz zu den Befunden bei K i c k e r t (33), wo dieser Ast Teile der linken Kammerwand versorgt und einen Seitenast sowohl zur linken Vorkammerwand, als auch ins Septum interventriculare entläßt, versorgt der R. ventricularis sinister beim Miniaturschwein nur die Kammerscheidewand. Gegenüber den unbenannten Ästen, die ebenfalls das Septum versorgen, zeigt er kein unterschiedliches Verhalten.

3. Die Versorgung der Papillarmuskeln stimmt mit der beim Hausschwein in etwa überein und soll deshalb nur kurz erwähnt werden. Der M. papillaris subauricularis der linken Kammerwand wird von unbenannten Seitenästen des R. descendens paraconalis versorgt. Teilweise sind es auch Abspaltungen der Rami collaterales proximalis und distalis, des R. descendens paraconalis, die senkrecht vom subepicardial verlaufenden Stammgefäß ins Myocard eindringen. Der M. papillaris subatrialis der linken Kammerwand wird von der Endaufzweigung des R. marginis ventricularis sinister und von unbenannten Ästen des R. descendens subsinuosus versorgt. Die beiden septumständigen Papillarmuskeln der rechten Kammer werden von in die Kammerscheidewand ziehenden Seitenästen des R. descendens paraconalis und R. descendens subsinuosus versorgt.

Der wandständige M. papillaris magnus hingegen wird sowohl von zwei subepicardial bis über den Papillarmuskel verlaufenden Seitenästen des R. descendens subsinuosus, als auch von den Endzweigen des R. marginis ventricularis dexter versorgt. Der Unterschied in der Versorgung der Papillarmuskeln beim Hausschwein und Miniaturschwein liegt darin, daß bei Letzterem die Rami margines ventriculares dexter und sinister wesentlich an der Gefäßversorgung der wandständigen Papiliarmuskeln beteiligt sind.

ab) Linkskoronare Variante

Während bei der rechtskoronaren Variante das Versorgungsgebiet der beiden Koronararterien etwa gleich groß ist, versorgt beim linkskoronaren Typ die A. coronaria sinistra, außer der rechten Vorkammer und den herzbasisnahen Zweidritteln der rechten Kammer, das gesamte übrige Herz. Es ist daher nicht verwunderlich, daß die Durchmesser der Koronararterien sich ungefähr wie 1:5 verhalten. Da die Abzweigungen von den Hauptgefäßen bei beiden Varianten gleich sind, sei hier nur der Verlauf der A. coronaria dextra und sinistra beschrieben.

1. Die Arteria coronaria sinistra verläßt als 5mm starkes Gefäß die Aorta und zieht im Sulcus coronarius gelegen über den Margo ventricularis sinister auf die Facies atrialis. Im Bereich des Sinus coronarius biegt sie herzsptitzenwärts in den Sulcus interventricularis subsinosis ein und verläuft in diesem bis zum Apex cordis. Zu ihrem Versorgungsgebiet gehören die linke Vorkammer, die linke Kammer, die Kammerscheidewand, entlang des Sulcus interventricularis subsinosis und paraconalis ein 2cm breiter Streifen der rechten Kammerwand und das gesamte Herzspitzendrittel der rechten Kammer, da die Nebenäste des R. descendens paraconalis und R. descendens subsinosis im Herzspitzenbereich am Margo ventricularis dexter zusammentreffen.

2. Die Arteria coronaria dextra entspringt als 1mm starkes Gefäß aus der Aorta, wendet sich dem Sulcus coronarius dexter zu und verläuft in diesem über den Margo ventricularis dexter hinweg auf die Facies atrialis bis zum Sulcus interventricularis subsinosis, den sie hier aber nicht erreicht. Ihr Versorgungsgebiet umfaßt die rechte Vorkammer und die herzbasisnahen zwei Drittel der rechten Kammer.

b) Herzeigenvenen des Miniaturschweines

In einer vergleichenden Betrachtung der Herzeigenvenen unserer Haussäugetiere kommt H a b e r m e h l (12) zu dem Ergebnis, daß die topographische Lage von Arterien und Venen zueinander beim Schwein, als recht 'locker' zu bezeichnen sind. Auch R i c k e r t (33) berichtet, daß die Herzvenen des Schweines in ihrem Verlauf nur ungefähr dem der Arterien entsprechen. Trotzdem sei es möglich, die Gefäße gleichartig zu bezeichnen. Bei der Doppelinjektion des Miniaturschweinherzens (Füllung der Arterien und Venen) zeigt sich jedoch, daß in Abweichung von den Verhältnissen beim Hausschwein (12, 33) die größeren Venen immer, die kleineren häufig in unmittelbarer Nähe der Arterien verlaufen.

Die Venen sollen in folgender Reihenfolge beschrieben werden: Zunächst der Sinus coronarius, dann die in ihn einmündenden V. cordis media und V. cordis magna, weiterhin die in die rechte Vorkammer eintretenden Vv. cordis parvae und zuletzt die in die rechte Kammer und Vorkammer einmündenden Vv. cordis minimae.

1. Sinus coronarius

Obwohl zwei Herzeigenvenen in den Sinus coronarius einmünden und erst durch ihn die rechte Vorkammer erreichen, ist dieses Gefäß nicht als Herzeigengefäß zu betrachten sondern als Fortsetzung der v. azygos sinistra. Im Bereich der Kranzfurche

geht der Sinus coronarius kontinuierlich in die rechte Vorkammer über. Die Grenze zwischen Sinus und Vorkammer liegt herzsptzenwärts an der Mündungsstelle der V. cordis media, herzbasiswärts stellt der Eintritt der V. cava caudalis in den rechten Vorhof die Fortsetzung dieser Linie dar. Im Sulcus coronarius sinister, in Richtung auf den Margo ventricularis sinister verlaufend, teilt sich der Sinus in zwei ungleich starke Gefäße, bevor er die Basis des linken Herzhohres erreicht. Als die größere dieser Venen (6mm) verläuft die V. azygos sinistra zwischen linker Vorkammer und Basis des linken Herzhohres basiswärts.

2. Vena cordis media

Dieses etwa 3mm starke Gefäß wird von P r e u ß (31) auf Grund der Begleitarterie als Vena descendens subsinosis (Abb. II 13) bezeichnet. Sie mündet auf der Grenze zwischen Sinus coronarius und rechter Vorkammer in den Sinus ein und verläuft im Sulcus interventricularis subsinosis herzsptzenwärts. Die Vene verläuft bis zu ihrer Endaufzweigung subepicardial und ist lediglich im Kranzfurchenbereich von Fettgewebe umgeben. Im apikalen Drittel teilt sich das Gefäß in zwei etwa gleich starke Äste von denen der eine in der Längsfurche verbleibt und zur Incisura apicis cordis zieht, wo er auf der Höhe des Margo ventricularis dexter mit dem R. descendens paraconalis der V. cordis magna anastomosiert. Der andere Ast tritt aus dem Sulcus hervor, verläuft über

die linke Kammerwand weiter herzsipitzenwärts in Richtung auf den Margo ventricularis sinister. Etwa 1cm proximal der Herzspitze am Margo ventricularis sinister fließt dieser Ast mit unbenannten Venen zusammen, die aus dem R. descendens paraconalis der V. cordis magna stammen. Von den sehr zahlreichen Nebenästen der V. cordis media ist nur einer benannt. Dieübrigen unbenannten Gefäße werden gruppenweise zusammengefaßt beschrieben.

2.1. Ramus ventricularis dexter distalis

2.2. Äste zur Versorgung der rechten Kammerwand

2.3. Äste zur versorgung der linken kammerwand

2.4. Aste zur Versorgung des Septum interventriculare

2.1. Kurz vor dem Eintritt in den Sinus coronarius entspringt aus der V. cordis media als einzig benannter Ast in Richtung auf die rechte Kammerwand der Ramus ventricularis dexter distalis (Abb. II 14). Benannt ist er nach der Arterie, die zwar nicht parallel zu ihm verläuft, sich jedoch im gleichen Gebiet verzweigt. Dieses liegt im basisnahen Drittel der rechten Kammerwand auf der Facies atrialis.

2.2. Von den fünf bis sechs zur rechten kammerwand ziehenden Gefäßen sind die stärkeren im Basisbereich ausgebildet. Sie ziehen dem Verlauf der Muskelfasern folgend über die rechte Kammerwand bis zum Margo ventricularis dexter und verzweigen

sich dort. Versorgt wird durch diese Äste die gesamte rechte Kammerwand, die auf der Facies atrialis gelegen ist und nicht in das Einzugsgebiet des vorher beschriebenen R. ventricularis dexter distalis fällt.

2.3. Wesentlich geringer ist das Einzugsgebiet der zur linken Kammerwand ziehenden Gefäße. Im basishohen Bereich ist es auf einen etwa 2cm breiten Streifen entlang des Sulcus interventricularis subsinuos beschränkt und nur im herzspitzendrittel reicht dieses Gebiet an den Margo ventricularis sinister heran.

2.4. Die senkrecht in das Septum interventriculare ziehenden Venen entziehen der Kammerscheidewand aus demjenigen Bereich das venöse Blut, welcher von den Septumästen des R. descendens subsinuos der A. coronaria dextra arteriell versorgt wird.

3. Vena cordis magna

Das kleinere der beiden in den Sinus coronarius einmündenden Gefäße, die V. cordis magna (3,5mm) bleibt, von reichlich Fettgewebe umgeben, und vom R. circumflexus sinister der A. coronaria sinistra begleitet, im Sulcus coronarius sinister und biegt am Margo ventricularis sinister auf die Facies auricularis. Hier verläuft sie weiter im Sulcus coronarius sinister, bis sie etwa 1cm vor Erreichung der paraconalen

Längsfurche über die linke Herzkammerwand herzsipitzenwärts zieht. Noch im basalen Drittel des Sulcus interventricularis paraconalis tritt sie in diesen ein und ist in ihrem weiteren Verlauf dem R. descendens paraconalis der A. coronaria sinistra bis zur Incisura apicis cordis eng benachbart. Auf ihrem gesamten Weg ist dieses Gefäß subepicardial gelagert, im Kranzfurcbenbereich jedoch von reichlich Fettgewebe eingehüllt und vom linken Herzohr bedeckt. In der Literatur wird dieses Gefäß verschieden benannt. G r a u (10) bezeichnet sie auf ihrem ganzen Weg als V. coronaria, jedoch sollen hier die bereits bei R i c k e r t (33) angewandten, dem Verlauf der Arterien entsprechenden Termini technici zum besseren Verständnis benutzt werden. Folglich wird die Vena cordis magna (Abb. 11 15) im Kranzfurcbenbereich als R. circumflexus sinister, im Längsfurcbenbereich als R. descendens paraconalis benannt.

3.1. In den Ramus circumflexus sinister (Abb. I 19) münden während seines Verlaufes im sulcus coronarius sinister folgende Nebenäste ein, die nach ihrem Einzugsgebiet eingeteilt werden:

- 3.1.1. Aste, deren Einzugsgebiet in der linken Kammerwand liegt
- 3.1.2. Aste, deren Einzugsgebiet in der linken Vorkammerwand liegt

3.1.1. Von den an Zahl und Größe sehr stark variierenden Gefäßen (8-12), die zur linken Kammerwand ziehen und in den R. circumflexus münden, sind nur die drei größten benannt.

3.1.1.1. Der Ramus ventricularis sinister distalis (Abb. II 16) ist mit 1mm Durchmesser das kleinste dieser benannten Gefäße. Es entspringt unmittelbar vor der Einmündung des R. circumflexus in den Sinus coronarius aus diesem und verläuft herzsipitzenwärts parallel zur gleichnamigen Arterie. Das Versorgungsgebiet der Arterie entspricht dem Einzugsgebiet dieser Vene.

3.1.1.2. Das stärkste, in den R. circumflexus sinister einmündende Gefäß ist der Ramus marginis ventricularis sinister (2mm; Abb. I 21). Es zieht über der gleichnamigen Arterie gelegen und von Fettgewebe eingeschlossen am Margo ventricularis sinister in die linke Kranzvene hinein. Subepicardial verlaufend erreicht dieses Gefäß immer die Herzspitze und anastomosiert hier mit den Nebenästen des R. descendens sub-sinuosus (V. cordis media), die auf die linke Kammerwand hinüberziehen. Das Einzugsgebiet dieses Astes ist recht groß, da es neben dem Margo ventricularis sinister noch einen etwa 2cm breiten Streifen umfaßt, der vom Sulcus coronarius bis zur Herzspitze reicht und dem Margo ventricularis sinister sowohl auf der Facies atrialis als auch auf der Facies auricularis angelagert ist.

3.1.1.3. Als letztes benanntes Gefäß fließt der Ramus ventricularis sinister proximalis (Abb. I 22) der linken Kranzvene zu. Dieser Ast verläuft nicht in unmittelbarer Nachbarschaft der gleichnamigen Arterie, sondern etwa 2cm vom Sulcus interventricularis paraconalis entfernt, parallel zu diesem, der Herzspitze zu. Da diese jedoch in keinem Fall erreicht wird, beschränkt sich das Einzugsgebiet dieser Vene auf die basale Hälfte der linken Kammerwand, die zwischen den Einzugsgebieten des R. marginis ventricularis sinister und R. descendens paraconalis liegt.

3.1.2. Von den aus der linken Vorkammerwand in den R. circumflexus sinister eintretenden Gefäßen sind keine in der Literatur benannt. Sie sind recht unterschiedlich ausgebildet und können nur schwer ihren benannten arteriellen Begleitgefäßen zugeordnet werden. Trotzdem soll an dieser Stelle ein regelmäßig ausgebildetes Gefäß erwähnt werden, das seinem Verlauf und seiner Einmündung nach als Ramus atrialis sinister proximalis (Abb. I 23) zu bezeichnen wäre. verfolgt man den Weg dieser Vene entgegengesetzt der Stromrichtung, so gelangt man von der Einmündungsstelle, die am Übergang des R. circumflexus sinister in den R. descendens paraconalis liegt, zunächst basiswärts zwischen Lungenarterie und linker Vorkammer zur Basis des linken Herzhohes. Hier liegt der Einzugsbereich des Hauptastes dieser Vene. Ein weiterer Ast verläuft um die Aorta herum und erreicht mit seiner Endaufzweigung die Wand der rechten Vorkammer.

3.2. Im Gegensatz zu den Befunden beim Hausschwein (33) ist der Ramus descendens paraconalis (Abb. I 20) beim Miniaturschwein in keinem Fall paarig ausgebildet. Diese Vene verläuft im Sulcus interventricularis paraconalis, eng benachbart der gleichnamigen Arterie, der Herzspitze zu. Im Bereich der Incisura apicis cordis anastomosiert sie regelmäßig mit dem R. descendens subsinuosus (V. cordis media). Sämtliche Abzweigungen dieses Gefäßes sind unbenannt, jedoch soll ein Venenast besonders erwähnt werden. Es ist jenes Gefäß, welches dem R. septi interventriculare des R. descendens paraconalis der A. coronaria sinistra entspricht. In enger Nachbarschaft zur Arterie zieht diese Vene zum Zentrum der Kammerscheidewand und verzweigt sich dort. Die übrigen Nebenäste des R. descendens paraconalis verlaufen teils eng benachbart, teils ohne Beziehung zu den benannten und unbenannten Abzweigungen des R. descendens der A. coronaria sinistra. Das Einzugsgebiet des R. descendens paraconalis stimmt weitgehend mit dem Versorgungsgebiet des arteriellen Partners überein. Es ist dies ein Teil des Kammerseptums und ein dem Sulcus interventricularis paraconalis benachbarter Wandstreifen der rechten und linken Kammerwand (vgl. Versorgungsgebiet des R. descendens paraconalis der A. coronaria sinistra).

Äste, die von der linken Kammerwand kommend unmittelbar in den Sinus coronarius münden sind im Gegensatz zum Hausschwein (33) beim Miniaturschwein nicht vorhanden.

4. Venae cordis parvae

Unter dieser Bezeichnung werden diejenigen Venen zusammengefaßt, deren Einzugsgebiet in der rechten Kammerwand liegt und in die rechte Vorkammer einmünden. Im Gegensatz zum Hausschwein, wo diese Gefäße teilweise getrennt in die rechte Vorkammer einmünden, verhalten sie sich beim Miniaturschwein so, daß sämtliche Gefäße, deren Einzugsgebiet im Bereich der rechten Kammerwand liegt, sich zu einer Vene vereinigen, die etwa 1cm von der Einmündungsstelle der V. cava caudalis in Richtung auf den Margo ventricularis dexter und 0,5cm basiswärts der Kranzfurche in die rechte Vorkammer eintritt. Dieses Gefäß verläuft bis zum Margo ventricularis dexter in der rechten Vorkammerwand 0,5cm basal des Sulcus coronarius dexter. Am Margo ventricularis dexter biegt die Vene in die Kranzfurche ein und verläuft in dieser subepicardial, dem R. circumflexus dexter eng benachbart, von Fettgewebe umgeben und vom rechten Herzhohr bedeckt, bis in die Gegend des Sinus trunci pulmonalis. R i c k e r t (33) fand die Einmündung dieses Gefäßes in die rechte Vorkammer in der Gegend des Margo ventricularis dexter und benannte diese Vene als Vena semicircumflexa dextra (Abb. I 24, Abb. II 19), weil sie nur in der Hälfte der rechten Kranzfurche zu finden war. Beim Miniaturschwein jedoch könnte man dieses Gefäß als V. circumflexa dextra bezeichnen, da es den R. circumflexus dexter der A. coronaria dextra auf seinem ganzen Weg begleitet. Um aber keine neuen Bezeichnungen einzuführen, die

leicht zu Unklarheiten führen könnten, soll der von R i c k e r t (33) vorgeschlagene Name beibehalten werden. Während ihres Verlaufes münden neben sieben bis acht unbenannten, folgende benannten Venen in die V. semicircumflexa dextra ein:

- 4.1. Ramus marginis ventricularis dexter
- 4.2. Ramus ventricularis dexter proximalis
- 4.3. Vena adiposa
- 4.4. Ramus atrialis dexter proximalis

4.1. Im Bereich des Margo ventricularis dexter liegt die Eintrittsstelle des Ramus marginis ventricularis dexter (Abb. I 25, Abb. II 20) in die V. semicircumflexa dextra. Es ist dies der stärkste Nebenast der Kranzvene und verläuft herzsipitzenwärts am Margo entlang bis in die Nähe der Incisura apicis cordis, wo er sich aufteilt und mit den Nebenästen des R. descendens paraconalis anastomosiert. Auf seinem Weg entlang des Margo verzweigt sich der R. marginis ventricularis dexter recht stark, so daß sein Einzugsgebiet jeweils 2cm auf die Facies atrialis und auf die Facies auricularis hinüberreicht. Unterstützt wird dieser Ast auf der atrialen Herzseite von zwei bis drei parallel zu ihm verlaufenden kleineren Gefäßen, die das venöse Blut im basalen dem Margo ventricularis dexter benachbarten Kammerwanddrittel sammeln.

4.2. Der Ramus ventricularis dexter proximalis (Abb. I 26) mündet unter dem Herzohr an der Stelle in die V. semicircumflexa dextra, wo auch die gleichnamige Arterie aus dem R. circumflexus dexter entspringt. Die Vene verzweigt sich, zunächst parallel zur Arterie verlaufend, in dem Kammerwandabschnitt, der zwischen margo ventricularis dexter und Sinus trunci pulmonalis gelegen ist. Das Einzugsgebiet ist auf die basisnahe wandhälfte beschränkt. Auch dieses Gefäß wird von mehreren kleinen Venen begleitet.

4.3. Als letztes von der rechten Kammerwand in die V. semicircumflexa dextra einmündende Gefäß ist die Vena adiposa (Abb. I 27) benannt. Auch diese Vene erhält ihren Namen von der Arterie, die in ihrer unmittelbaren Nachbarschaft verläuft. Einzugs- und Versorgungsgebiet der beiden Gefäße stimmen überein und liegen im Bereich des Sinus trunci pulmonalis.

4.4. Wie beim Hausschwein findet sich auch hier nur ein Venenast, der in die V. semicircumflexa dextra einmündet und dessen Einzugsgebiet in der rechten vorkammerwand liegt. Dieser als Ramus atrialis dexter proximalis (Abb. I 28) bezeichnete Ast verhält sich ähnlich wie sein arterieller Partner von dem auch der Name stammt.

5. Venae cordis minimae

Die nach ihrem Entdecker T h e b e s i u s (43) auch Thebesische Venen genannten Venae cordis minimae sind kleinste Venen, die unmittelbar aus den Kammer- und Vorkammerwänden in die Ventrikel bzw. Atria einmünden. Das Vorhandensein dieser Gefäße war lange Zeit umstritten, "jedoch seit den Untersuchungen von Bochdalek 1868 und Langer 1830 wird das Vorkommen dieser Venen jetzt allgemein anerkannt" (33). Auch beim Hausschwein fanden R i c k e r t (33) und Z ö l c h (46) diese kleinsten Venen. Während R i c k e r t 1955 (33) in allen Kammer- und Vorkammerwänden Thebesische Venen nachweist, die jedoch im linken Kammer- und Vorkammerbereich weniger zahlreich vorhanden sind, kann Z ö l c h 1967 (46) diese Venen nur im rechten Vorkammer- und Kammerabschnitt nachweisen. Für das Miniaturschwein zeigt sich, daß ähnliche Verhältnisse vorliegen, die Z ö l c h (46) beim Hausschwein beschreibt. Es befinden sich Vv. cordis minimae besonders zahlreich im rechten Vorhof, weniger zahlreich und in etwa gleichmäßig verteilt im Bereich der rechten Kammer. In der linken Vorkammer und Kammer konnten von mir keine 'kleinsten Venen' nachgewiesen werden.

6. Venenklappen

Auch das Vorkommen von Venenklappen in den herzeigenvenen war lange Zeit ungewiß. Auf Grund von geeigneten Injektionsmitteln und histologischen Untersuchungen sind die Klappen jedoch eindeutig nachgewiesen worden. Schon bei der raschen Injektion der Herzeigenvenen zeigt sich, daß die Gefäße abschnittsweise gefüllt werden und die Nebenäste von Injektionsmaterial frei bleiben. Injiziert man jedoch langsam und mit dünnflüssigem Material, dann ist eine gleichmäßige Füllung der Venen zu erreichen. Diese unterschiedliche Injektionstechnik weist auf das Vorhandensein von Venenklappen hin; bei rascher Injektion, die physiologisch einer Vorhofkontraktion gleichkommt, wird durch sie das Einfließen des Injektionsmittels verhindert. Wird jedoch bei sehr dünnflüssigem Material der Injektionsdruck niedrig gehalten, so werden die Klappen insuffizient, d.h. die Flüssigkeit überfließt die ungespannten Klappensegel. Weiterhin können die Venenklappen stereomikroskopisch nachgewiesen werden. Sie zeigen sich dann im Korrosionspräparat als feine, ins Gefäßlumen eindringende, schlitzförmige Materialaussparungen. Das Vorkommen der Klappen ist nach meinen Befunden auf die subepicardialen Gefäße beschränkt, wo sie sowohl im freien Verlauf der Venen als auch als Astklappen auftreten.

c) Anastomosen

1. Arterio-arterielle Anastomosen

R i c k e r t 1955 (33) und besonders H a b e r m e h l 1966 (12) haben ausführlich die Ergebnisse der arterio-arteriellen Anastomosenuntersuchungen dargestellt, die zeitlich bis in das 18. Jahrhundert zurückführen. Deshalb sei an dieser Stelle auf jene Autoren verwiesen. Kurz zusammengefaßt ergibt sich folgender Rückblick: R u y s c h 1724 (34) und H a l l e r 1757 (14) sind die ersten, die arterio-arterielle Anastomosen am Herzen in großer Zahl beobachtet haben. Diese Behauptung bestätigen C r u v e i l h i e r 1834 (4), S p a l t e h o l z 1886 (40), B a u m 1889 (2) und S c h u b e r t 1909 (37). Nachdem jedoch die Untersuchungsmethoden genauer wurden und besseres Injektionsmaterial zur Verfügung stand, mehrt sich die Anzahl der negativen Befunde, soweit sie sich auf das Vorhandensein von Anastomosen im subepikardialen, präkapillaren Bereich bezogen. H y r t e l 1873 (22) und H e n l e 1868 (16) finden keine präkapillaren Anastomosen, ebenso Z i m m e r l 1900 (45) und R a f f o 1928 (32). Die Auswertung der Untersuchungsergebnisse über die arterio-arterielle Anastomosenforschung in neuerer Zeit, die vor allem von B e r g 1964 (3), H a m u d 1958 (15), H o f f m a n n 1960 (18), L ü c k e 1955 (28), R i c k e r t 1955 (33), Z ö l c h 1967 (46) und H a b e r m e h l 1966 (12) stammen ergibt, daß arterio-arterielle Anastomosen vorkommen, jedoch

regellos und auf kleine bis kleinste Gefäße beschränkt sind. Die Arterien bilden keine Gefäßnetze zwischen Epi- und Myokard, sondern verzweigen sich in einem bestimmten Gebiet und sind daher als Endarterien aufzufassen. "Daran ändert auch die Tatsache nichts, daß regelmäßig am gesunden Herzen in unterschiedlicher Zahl zwischen kleineren Arterienästen, im präkapillaren und im kapillaren Bereich intra- und interarterielle Anastomosen ausgebildet, zum Teil aber nur vorgebildet sind, die erst bei koronaren Durchblutungsstörungen an Bedeutung gewinnen" (17).

Eigene Befunde: Beim Miniaturschwein finde ich im präkapillaren Bereich keine arterio-arteriellen Anastomosen.

2. Veno-venöse Anastomosen

Diese Art von Anastomosen kommen bei unseren Haussäugetieren so zahlreich vor, daß man im Bereich der Herzspitze die zahlreiche netzartige Venenverzweigung als Venenplexus bezeichnen könnte, wie es R i c k e r t (33) vorschlägt. Auch beim Miniaturschwein anastomosieren an der Apex cordis alle großen Venenstämme, deren Einzugsgebiet im Bereich der Herzkammern liegt. Die größeren dieser Zusammenflüsse werden bei der Darstellung der Herzeigenvenen beschrieben. Daher bleibt nur noch zu erwähnen, daß im gesamten Kammer- und Vorkammerbereich des Miniaturschweinherzens sowohl subepicardiale als auch myokardiale mittlere und kleinere veno-venöse Anastomosen vorhanden sind.

3. Arterio-venöse Anastomosen

In der Literatur wird das Vorkommen dieser Gefäßkurzschlüsse nur in Ausnahmefällen und somit als Zufallsbefund beschrieben. E r e n c i n (9) soll bei einem Hunde- und einem Rinderherzen je eine kleinkalibrige arterio-venöse Anastomose gefunden haben; H a m u d (15) beschreibt eine solche beim Ziegenherzen. Auch bei einem der untersuchten Miniaturschweine zeigt sich ein solcher Zufallsbefund. Hier ist eine 3mm lange und 1mm dicke Gefäßbrücke zwischen dem R. interventricularis paraconalis der A. circumflexa dextra und der V. cordis media im Bereich der Incisura apicis cordis ~~am~~ Margo ventricularis dexter ausgebildet.

B Zur Topographie des Herzens beim Miniaturschwein

Bevor die Lage des Herzens beschrieben wird, sei auf die Tatsache hingewiesen, daß sich in der Literatur recht unterschiedliche Angaben bezüglich der kranialen und kaudalen Begrenzungen des Herzens innerhalb des Brustraumes finden. So reicht das Herz des Hausschweines nach E l l e n b e r g e r und B a u m (7) von der dritten bis fünften sechsten Rippe, nach Tafeln von M a r e k (29) von der zweiten bis fünften, bei anatomischen Wandtafeln von S u s s d o r f (Tafel V; 42) überragt es die dritte und sechste Rippe. Ebenso geht die Meinung der Autoren auseinander, wenn sie die Lage des Herzens zum Zwerchfell beschreiben. Nach E l l e n b e r g e r und B a u m (7) berührt die Herzspitze das Zwerchfell, ebenso nach S u s s d o r f (42) in einem Fall. Auch J a k o b i (23) bestätigt diesen Befund. In einem anderen Fall bei S u s s d o r f (42) und ebenso bei M a r e k (29) berührt das Herz das Zwerchfell jedoch nicht.

Auch beim Miniaturschwein schwankt nach meinen Befunden die Lage des Herzens von Tier zu Tier stark. Deshalb schien es angebracht, nach einer Erklärung zu suchen. Die Untersuchungsobjekte stammen von der gleichen Rasse und zum größten Teil aus einem Wurf. Sie befanden sich alle im post mortalen Expirationszustand. Ebenso ließ sich im Hinblick auf das Geschlecht keine Lageabhängigkeit finden.

Andererseits ist bereits eingangs darauf hingewiesen worden, daß die Tiere zusätzlich auf Organverschiebungen im Bereich des Bauchraumes bei verschiedenen Füllungszuständen des Magens untersucht wurden (8). Wir sind sicher, daß hier eine Abhängigkeit zu finden ist. Wir konnten regelmäßig feststellen, daß bei stark gefülltem Magen (Tötung unmittelbar nach Fütterung) das Zwerchfell sich um einen Interkostalraum weiter in den Brustraum verlagert, als dies bei leerem Magen (Tötung nach 22stündigem Fasten) der Fall ist. Da nun das Herz mit seiner Spitze und der kaudalen Begrenzung dem Zwerchfell eng benachbart ist, erfährt es eine ähnliche Verlagerung. Diese gleicht jedoch mehr einer Drehung um einen fixen Punkt, die Herzbasis, so daß hieraus eine Änderung des Winkels resultiert, den die Herzlängsachse mit dem Brustbein bildet. So ist es meines Erachtens zu erklären, daß einmal das Herz mit fast seiner gesamten kaudalen Fläche dem Zwerchfell anliegt und nach kranial bis in den ersten Interkostalraum hineinreicht und zum anderen nur die Herzspitze das Zwerchfell erreicht und kranial den kaudalen Rand der zweiten Rippe kaum erreicht. Im ersten Fall beträgt der kranial offene Winkel, gebildet aus Herzlängsachse und Brustbein, 60° , im zweiten 40° .

Für die anschließende Lagebeschreibung soll ein Versuchstier mit mäßig gefülltem Magen herangezogen werden. Die oben beschriebenen Extreme (leerer bzw. prall gefüllter Magen Zustand), sind sinngemäß zu ergänzen.

Das Herz des Miniaturschweines liegt mit seinem herzspitzen- und mittleren Drittel median, füllt aber mit seinem basisnahen Drittel vermehrt den linken Brustraum, weniger die rechte Seite aus. Diese Linksverschiebung der Herzbasis beruht auf der Lagerung der linken Vorkammer und des linken Herzhohres, welche weiter dorsal und lateral gelegen sind als die rechte Vorkammer und das rechte Herzohr, die dem Herzen kranial aufgelagert sind. Diese Tatsache wird besonders im Transversalschnitt deutlich, in dem das Gewebe der rechten Lunge weiter nach ventral reicht und kompakter erscheint (vgl. Abb. IV). Im Gegensatz zum Hausschwein (23) variieren die Kontaktflächen zwischen Herzbeutel und innerer Brustwand auf der rechten und linken Seite beim Miniaturschwein recht stark. So wird nach Entfernung der Interkostalmuskulatur und der fascia endothoracica auf der rechten Seite der Herzbeutel im ventralen Drittel des zweiten Interkostalraumes und im dritten Interkostalraum ventral des Rippenknies sichtbar, während er auf der linken Seite im ventralen Drittel des zweiten und dritten Interkostalraumes und im vierten Zwischenrippenraum ventral des Genu costae zutage tritt. Projiziert man nach Entfernung der Zwischenrippenmuskulatur, der Fascia toracica interna und der Lungen, die Herzkontur senkrecht auf die Rippen, so kann die Lage des Herzens wie folgt beschrieben werden: Die kraniale Herzbasis liegt im dorsalen Drittel der Entfernung Brustbein-Wirbelkörper unter der zweiten Rippe. Verfolgt man die Herzbasis weiter kaudal

bis in den Bereich der hinteren Hohlveneneinmündung, so fällt sie, bezogen auf die zunehmende Höhe des Cavum thoracis, ab und erreicht nur die Hälfte der Entfernung Brustbein-Wirbelkörper und liegt im Bereich des fünften Interkostalraumes. Die kraniale Begrenzung des Herzens, die dorsal vom rechten Herzohr und ventral von der rechten Kammerwand gebildet wird, verläuft unter der zweiten Rippe parallel zu ihr bis zum Rippenknie. Hier beginnt die ventrale Begrenzung, die kranial von der rechten Kammerwand und im Bereich der Herzspitze von der linken Kammerwand gebildet wird. Diese Linie verläuft parallel des Brustbeines, steigt also kaudovertral bis zum vierten Interkostalraum ab. An dieser Stelle berührt das Herz je nach Zwerchfellstellung (Magenfüllung) das Diaphragma. Nach dorsal, fast parallel der fünften Rippe aufsteigend, erreicht die hintere Herzbegrenzungslinie die kaudale Herzbasis im fünften Interkostalraum in halber Höhe zwischen Brustbein und Wirbelkörper. Da das Herz innerhalb des Brustraumes Verschiebungen unterworfen ist, soll hier auf die Lagebeschreibung der Herzklappen in situ verzichtet werden, es sollen lediglich die Kammern und Vorkammern genauer lokalisiert werden (vgl. Abb. III).

1. Anteile des Herzens, die auf der rechten Seite gelegen sind

Das rechte Herzohr ist derjenige Teil des Herzens, der am weitesten kraniodorsal gelegen ist. Es biegt, der rechten Kammer aufsitzend, auf die linke Seite hinüber. Auf der rechten Seite geht das Herzohr in die rechte Vorkammer über. Diese bildet die kaudodorsale Begrenzung des Herzens, so daß diese Herzanteile zwischen der Herzbasis und einer Linie zu finden sind, die in etwa parallel zur Herzbasis zweifingerbreit ventral von dieser verläuft. Außer einem etwa fingerkuppengroßen Teil im Herzspitzenbereich, füllt die rechte Herzkammer denjenigen Teil des von den herzbegrenzungslinien umschlossenen Raumes aus, der ventral der rechten Vorkammer und des rechten Herzohres gelegen ist. Unterhalb des rechten Herzohres gelegen biegt die rechte Kammer über kranial auf die linke Seite hinüber.

2. Anteile des Herzens, die auf der linken Seite gelegen sind

Die von der kranialen Herzbegrenzungslinie und vom kaudalen Rand der dritten Rippe eingeschlossene Fläche wird von der auf die linke Seite hinüberziehenden rechten Kammer ausgefüllt. Die Fortsetzung der Kammer, der Sinus trunci pulmonalis, liegt im oberen Drittel des dritten Interkostalraumes der Herzbasis auf. Zwischen dem kaudalen Rand der dritten Rippe und der kaudalen Herzbegrenzungslinie erstreckt sich in den unteren beiden Dritteln der Herzhöhe die linke Kammer,

die kaudal über die Mediane hinwegtretend an die rechte Kammer grenzt und dort den oben beschriebenen fingerkuppen- großen Raum im Bereich der Herzspitze ausfüllt. Im oberen Drittel befindet sich kaudal das linke Herzhohr, das sich nach kaudal und medial in die linke Herzkammer fortsetzt.

C Befestigung des Herzens

Da der Herzbeutel dem Herzen eng anliegt, entspricht die topographische Ausdehnung des Perikards der des Herzens mit Ausnahme des dorsalen Bereiches, wo er die Herzbasis nach dorsal überschreitet. Die Ursprungslinie verläuft von der kaudalen Hohlvene über das linke Herzohr, die A. pulmonalis, die V. cava cranialis und die Aorta in ihrem Anfangsabschnitt umgreifend, den Sinus transversus pericardii überbrückend wieder zur kaudalen Hohlvene zurück. Folglich liegt das Ligamentum arteriosum Botalli innerhalb des Herzbeutels. Eingelagert im Herzbeutel finden sich subseröse Fettdepots, die strangförmig entlang des Margo ventricularis sinister und dexter und in etwa parallel des Sulcus paraconalis und subsinuosus der Herzspitze zustreben, wo sie sich vereinen und das vom dritten Interkostalraum bis zum Zwerchfellansatz am Brustbein inserierende Ligamentum sternopericardicum umgeben. Nach K o c h und B e r g (27) und ebenfalls nach den Untersuchungen von J a c o b i (23) besteht zwischen dem Herzen und dem Zwerchfell des Hausschweines keine ligamentöse Verbindung. J a c o b i (23) stellt fest, "daß der Herzbeutel mit dem Zwerchfell einmal vermittelt der kaudal des Herzens sich aneinanderlegenden Mediastinalpleurablätter, zwischen die ernährungsbedingt mehr oder weniger

Fett eingelagert sein kann, und zum zweiten vermittelt des Hohlvenengekröses verbunden ist." Eigene makroskopische Untersuchungen bestätigen dies ebenfalls für das Miniaturschwein.

An der Austrittsstelle der großen Gefäßstämme, ist die Herzbasis über die Aorta mit der Wirbelsäule, über die Pulmonalgefäße mit den Lungen, über die kraniale Hohlvene mit dem Brusteingang und über die kaudale Hohlvene mit dem Zwerchfell verbunden. In seiner Lage gehalten wird das Herz durch das Mittelfell und den Herzbeutel.

D Relatives Herzgewicht und Form des Herzens

1. Relatives Gewicht

Auf Grund eigener Gewichtsbestimmungen liegt das relative Herzgewicht des Miniaturschweines der Gewichtsklasse 15-25kg und im Alter von sechs Monaten bei 0,525%.

G s c h w e n d (11) findet für das Wildschwein ein relatives Herzgewicht von 0,638%, für das Hausschwein übernimmt er in einer Tabelle die Angaben von K i t t (26), der ein relatives Herzgewicht von 0,45% errechnet.

S c h r ö d e r (36) differenziert noch zwischen Eber 0,267%, Sauschwein 0,235% und Kastraten 0,280%. Die Angaben von H o w e, F e h n und P e n s i n g e r (20) sind für einen Vergleich in dieser Form unbrauchbar.

Sie vergleichen die relativen Herzgewichte zu kleiner Hausschweine (Körpergewicht 11,2 bis 37,4kg) mit dem relativen Herzgewicht von Miniaturschweinen der Gewichtsklasse 29,7 bis 55,0kg. Sie gelangen dabei zu dem Ergebnis, daß das relative Herzgewicht des Hausschweines über dem des Miniaturschweines liegt, haben jedoch Schweinerassen unterschiedlicher Entwicklungsstufen miteinander verglichen.

Aus den Angaben über ausgewachsene Tiere ist zu ersehen, daß das Miniaturschwein bezüglich des relativen Herzgewichtes zwischen Hausschwein und Wildschwein steht.

2. Form

Aus dem Verhältnis von Querdurchmesser zu Herzhöhe (7,0:5,1) resultiert für das Miniaturschwein eine spitzkegliche Herzform. Dies entspricht nahezu den Angaben, die G s c h w e n d (11) für das Herz des Wildschweines macht (10,57:6,90). Er sieht dies unter anderem als Spezifikum für wildlebende Verwandte der Haustierarten an. Bestätigt wird diese Annahme von H u w y l e r (21) und M o n t a n é (30), die das Herz des Hausschweines als kurz, gedrungen und kugelförmig beschreiben.

E Das Herz als Ganzes

1. Herzäußere

Das Herzaußere des Miniaturschweinherzens (spitzkeglig) weicht nur in seiner Form vom Herzen des Hausschweines (stumpfkeglig) ab. Weitere Einzelheiten seien nur in groben Zügen dargestellt. Der Vorkammerteil des Herzens wird durch den Sulcus coronarius, der rings um das Herz herumläuft, vom Kammerteil getrennt. Von der Kranzfurche ausgehend ziehen zwei Längsfurchen herzsipitzenwärts, die äußerlich die Grenze zwischen rechter und linker Herzkammer markieren. Die rechte Längsfurche, als Sulcus interventricularis subsinuosus bezeichnet, entspringt am kaudalen Rand der Facies atrialis aus der Kranzfurche und zieht dem Margo ventricularis sinister zustrebend herzsipitzenwärts. Margo und Herzsipitze werden jedoch nicht erreicht. Die linke Längsfurche, als Sulcus interventricularis paraconalis bezeichnet, verläßt die Kranzfurche unterhalb des linken Herzhohes im kranialen Drittel der Facies auricularis und verläuft in etwa parallel zum Margo ventricularis sinister über die linke Herzfläche dem Margo ventricularis dexter zu, überquert diesen fingerbreit dorsal der Herzsipitze, um sich dann kurz nach Erreichen der Facies atrialis im Bereich der apex cordis zu verlieren. Am Margo ventricularis dexter bildet der Sulcus interventricularis paraconalis die incisura apicis cordis. Die

Herzfurchen sind im basisnahen Drittel von Fettgewebe ausgefüllt, dessen Menge vom Ernährungszustand der Tiere abhängig ist und nicht wesentlich von der des Hausschweines abweicht.

2. Herzinnere

Bei der Beschreibung des Herzinneren sollen nur die Unterschiede erwähnt werden, die zum Herzen des Hausschweines bestehen. Zum Vergleich wurden besonders die Arbeiten von D a a s c h (5), H u w y l e r (21) und G s c h w e n d (11) herangezogen.

2.1. Rechte Vorkammer

Das kranial vom Tuberculum intervenosum und kaudal vom Ostium venae cavae caudalis eingerahmte und von einer pfenniggroßen Membran verschlossene Foramen ovale, läßt in zwei Fällen eine Verbindung zur linken Vorkammer offen, die für eine Knopfsonde passierbar ist. Der Zugang dieser Öffnung, die S t e g e r (41) beim Hausschwein als Mißbildung beschreibt, liegt unter einem Muskelstreifen am kranialen Rand des Foramen ovale dem Tuberculum intervenosum eng benachbart. In allen anderen Fällen ist an dieser Stelle eine Seitentasche vorhanden, die aber gegenüber der linken Vorkammer verschlossen ist.

2.2. Linke Vorkammer

Im Bereich dieser Vorkammer sind keine markanten Unterschiede festzustellen, es sei jedoch erwähnt, daß der Herzknochen, auf Grund des geringen Alters der untersuchten Tiere, keine Verknöcherungsansätze zeigt.

2.3. Rechte Kammer

Der subarterielle, septumständige Papillarmuskel ist wie beim Hausschwein der am schwächsten ausgebildete Warzenmuskel, entläßt aber im Gegensatz zum Hausschwein die Mehrzahl seiner Chorden (5) zum angularen und nur zwei zum septalen Segel.

2.4. Linke Kammer

Entgegen den Befunden beim Hausschwein (21) ragt der M. papillaris subatrialis nicht so hoch gegen die Herzbasis hinauf wie der M. papillaris subauricularis. Daraus ergibt sich eine entgegengesetzte Chordenlänge.

F Zur Technik der intrakardialen Injektion beim Miniaturschwein

Die zur schmerzlosen Tötung vorwiegend bei unseren kleinen
maussäugetieren zur Anwendung kommenden Arzneimittel, eigen-
sich ebenfalls für die Tötung des Miniaturschweines.
Beim Hausschwein kann die übliche intravenöse Injektion in
eine Ohrvene vorgenommen werden, die jedoch beim Miniatur-
schwein mit einigen Schwierigkeiten verbunden ist. Dies
liegt einmal daran, daß das Miniaturschwein rassebedingt
Ohren besitzt, die etwa ein Drittel der Ohrgröße des Haus-
schweines betragen und das Kaliber der Venen entsprechend
kleiner ist. Zum andern sind die Ohren reich pigmentiert,
was das Aufsuchen der Venen erschwert. Hier bietet sich nun
die von H a b e r m e h l (13) für den Fleischfresser be-
schriebene intrakardiale Injektion an, die auch für den
Ungeübten keine großen Schwierigkeiten mit sich bringt.
Voraussetzung für eine sichere intrakardiale Injektion ist
die genaue Kenntnis der Lage des Herzens bezogen auf die
Körperoberfläche. Da es beim Schwein je nach Ernährungs-
zustand schwierig ist, sich wie allgemein üblich palpato-
risch an den Rippen zu orientieren, schlagen wir vor, die
rechte Linea anconea als Hilfslinie zu verwenden. Richtet
man diese Linie durch Vorführung der rechten Gliedmaße
senkrecht zum Boden aus, so schneidet sie drei Finger breit
oberhalb der ventralen Brustwand den dritten Interkostal-
raum. Wird die je nach Ernährungszustand 5-6cm lange Kanüle

an dieser Stelle senkrecht zur Hautoberfläche eingestochen, so erreicht sie die rechte Vorkammer am Übergang zum rechten Herzhorn. Am Austreten eines kräftigen Blutstrahles, ist der richtige Sitz der Kanüle zu erkennen (vgl. Abb. IV).

IV. ZUSAMMENFASSUNG

Aufgabe der Arbeit sollte es sein, das Herz des 'Göttinger Miniaturschweines' mit dem des Hausschweines zu vergleichen. Dabei wurden besonders die Herzeigengefäße berücksichtigt. Es stellte sich heraus, daß neben zahlreichen kleinen Abweichungen nur zwei markante Unterschiede vorhanden waren. So wichen einmal die Gefäßdurchmesser der A. coronaria sinistra und dextra deutlich voneinander ab, zum anderen war die V. semicircumflexa im gesamten Bereich des Sulcus coronarius ausgebildet, so daß sämtliche Vv. cordis parvae in dieses Gefäß einmündeten. Weiterhin wurde erstmalig beim Schwein eine linkskoronare Variante in der arteriellen Versorgung des Herzens gefunden und beschrieben. Praekapillare arterio-arterielle Anastomosen konnten beim Miniaturschwein nicht nachgewiesen werden, jedoch kamen veno-venöse Anastomosen unterschiedlichen Kalibers sehr zahlreich vor. In einem Fall war eine arterio-venöse Anastomose vorhanden. Ferner stellte sich heraus, daß sich bei verschiedenen Magenfüllungen (Zwerchfellsstellungen) die Lage des Herzens veränderte. Ein Lig. phrenico pericardiacum konnte beim Miniaturschwein nicht nachgewiesen werden. Das relative Herzgewicht lag über dem des Hausschweines. Die spitzkegliche Herzform ähnelte mehr dem Herzen des Wildschweines als dem des Hausschweines. Das Herzzinnere stimmte fast vollständig mit dem des Hausschweines überein, kleinere Abweichungen sind im entsprechenden Kapitel beschrieben worden. Abschließend erfolgt die Darstellung der intrakardialen Injektion des Miniaturschweines.

IV. SUMMARY

In the dissertation presented here the heart of the 'Götting Miniature Pig' was compared with that of the domestic pig, with emphasis on the distribution of the coronary vessels. Apart from several minor differences, two major differences were encountered. First, the diameters of the right and left coronary arteries differed markedly in the miniature pig, while those of the domestic pig differ little. Second, the V. semicircumflexa extended the entire length of the coronary sulcus so that all Vv. cordis parvae had to enter this vessel. Further, for the first time in the pig, a variation of the A. coronaria sinistra was described, in that this vessel supplied most of the heart. Precapillary anastomoses of arteries could not be demonstrated in the minipig, but anastomoses of veins with various diameters were common. One arterio-venous anastomosis was seen. It was also found that distension of the stomach and concomitant movement of the diaphragm changed the position of the heart. The Lig. phrenico-pericardiacum was not present. The relative weight of the heart was higher than that of the domestic pig. The apex of the heart was more pointed so that the heart of the minipig looked more like that of the wild pig than of the domestic pig. The interior of the heart was similar to that of the domestic pig, minor variations are given in the appropriate chapter. A method for intracardial injection in the minipig concludes the dissertation.

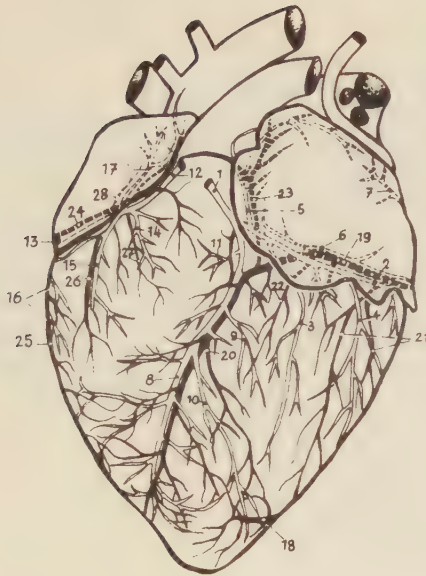


Abb.I Herzgefäße des Miniaturechweines Facies auricularis

1. A. coronaria sinistra 2. R. circumflexus sinister 3. R. ventricularis sinister proximalis 4. R. marginis ventricularis sinister 5. R. atrialis sinister proximalis 6. R. atrialis sinister intermedius 7. Endaufzweigung des R. atrialis sinister intermedius 8. R. descendens paraconalis 9. R. collateralis proximalis 10. R. collateralis distalis 11. A. adiposa des R. descendens paraconalis 12. A. coronaria dextra 13. R. circumflexus dexter 14. A. adiposa des R. circumflexus dexter 15. R. ventricularis dexter proximalis 16. Endäste des R. marginis ventricularis dexter 17. R. atrialis dexter proximalis 18. V. cordis media 19. R. circumflexus sinister der V. cordis magna 20. R. descendens paraconalis der V. cordis magna 21. R. marginis ventricularis sinister 22. R. ventricularis sinister proximalis 23. R. atrialis sinister proximalis 24. v. semicircumflexa dextra 25. R. marginis ventricularis dexter 26. R. ventricularis dexter proximalis 27. V. adiposa 28. R. atrialis dexter proximalis

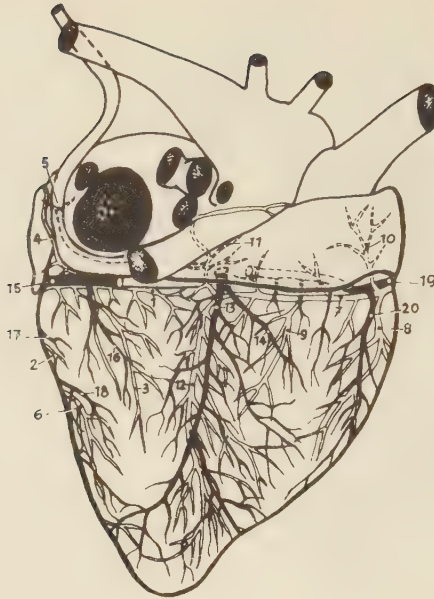


Abb.II Herzeigengefäße des Miniaturschweines Facies atrialis

1. R. circumflexus sinister 2. Ast des R. marginis ventricularis sinister 3. R. ventricularis sinister distalis 4. R. atrialis sinister intermedius 5. R. atrialis sinister distalis 6. R. marginis ventricularis sinister 7. R. circumflexus dexter 8. R. marginis ventricularis dexter 9. R. ventricularis dexter distalis 10. R. atrialis dexter intermedius 11. R. atrialis dexter distalis 12. R. descendens subsinuosus 13. V. cordis media (V. descendens subsinuosus) 14. R. ventricularis dexter distalis 15. V. cordis magna 16. R. ventricularis sinister distalis 17. Ast des R. marginis ventricularis sinister 18. R. marginis ventricularis sinister 19. V. semicircumflexa dextra 20. R. marginis ventricularis dexter

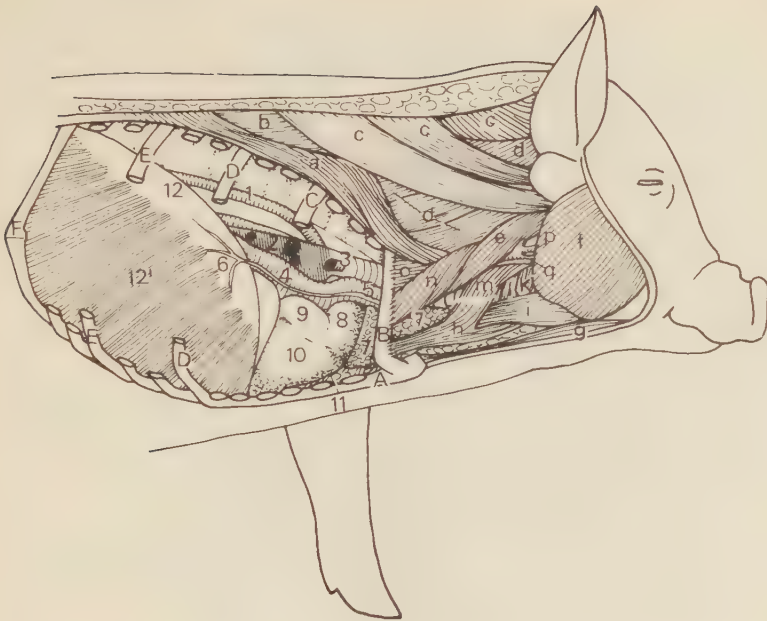


Abb.III Leicht schematisierter Brustsitus des Miniaturschweines nach Entfernung der Lungen und der Serosa (rechte Ansicht)

A Sternum B 1. Rippe C 5. Rippe D 8. Rippe E 11. Rippe F 14. Rippe a M. longissimus thoracis et cervicis b M. spinalis et M. semispinalis thoracis c M. splenius cervicis d M. spinalis et M. semispinalis cervicis et capitis e Mm. transversii cervicis f M. masseter g M. sternohyoideus h M. sterno thyreoideus i M. thyreohyoideus k M. constrictor pharyngis medius (M. hyopharyngeus) l M. thyreopharyngeus m M. cricopharyngeus n M. scalenus medius o M. scalenus dorsalis p A. carotis comunis dextra q V. jugularis interna dextra 1. Aorta 2. Lungenwurzel 3. Bronchus trachealis 4. V. cava cranialis 6. Nervus phrenicus dexter 7. Thymus 8. rechtes Herzohr 9. rechte Vorkammer 10. rechte Herzkammer 11. Pericard 12. Diaphragma pars tendinea 12^o Diaphragma pars muscularis

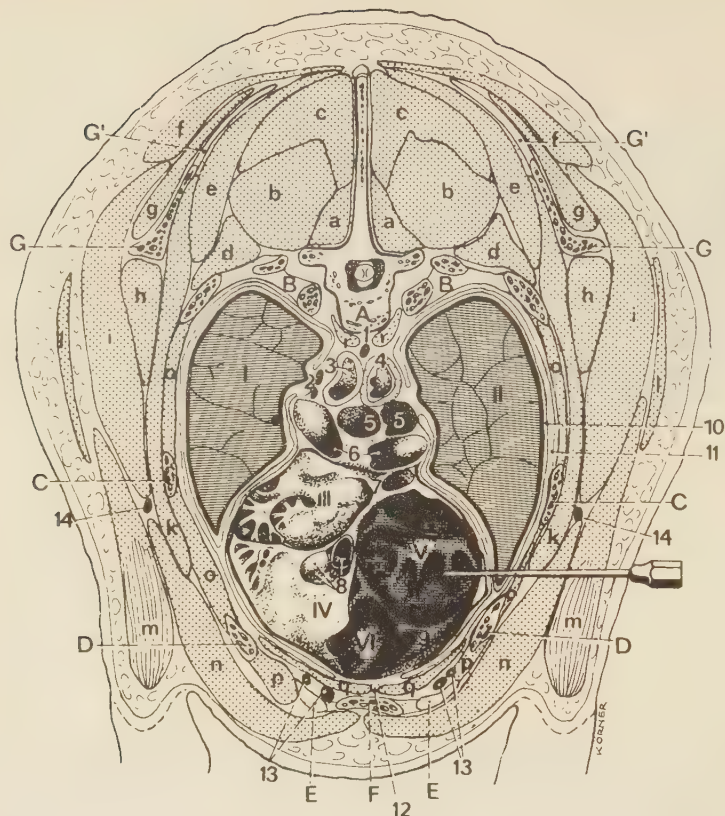


Abb. IV Transversalschnitt in der Linea anconea in kranialer Sicht

A 5. Brustwirbel B 5. Rippe C 4. Rippe D 3. Rippe E 2. Rippenknorpel F Sternum G Scapula G' Cartilago scapulae I linke Lunge II rechte Lunge III linke Vorkammer IV linke Kammer V rechte Vorkammer VI rechte Kammer a Mm. multifidi b M. longissimus thoracis c M. spinalis et M. semispinalis thoracis d M. iliocostalis thoracis e M. rhomboideus thoracis f M. trapezius pars thoracica g M. supraspinatus h L. infraspinatus i M. latissimus dorsi k M. serratus ventralis thoracis l M. cutaneus trunci m M. triceps brachii n Mm. pectorales profundi o Mm. intercostales externi et interni p Mm. intercartilaginei q M. transversus thoracis r M. longus colli 1. V. azygos sinistra 2. Lungenvenen 3. aorta 4. Oesophagus 5. Bifurcatio tracheae 6. A. pulmonalis sinistra et dextra 7. Lungenvene 8. valva aortae 9. Septum atrioventriculare 10. Pleura pulmonalis 11. Pleura costalis 12. Ligamentum sternopericardiacum 13. A. und V. thoracica interna 14. V. thoracica externa

V. LITERATURVERZEICHNIS

- 1) Banchi, A. Morfologie delle arteriae coronariae cordis, Arch. ital. di Anat. e di Embriol., Vol. III, 1904 (zit. nach Rickert)
- 2) Baum, H. Die Arterienanastomosen des Hundes und die Bedeutung der Kollateralen für den tierischen Organismus, Dtsch. Zschr. für Tiermed. u. vergl. Pathologie, XIV, 1889 (zit. nach Spalteholz)
- 3) Berg, R. Über den Entwicklungsgrad des Koronargefäßmusters beim Hauschwein (*Sus scrofa dom.*), Anat. Anz. 115, 193, 1964
- 4) Cruveilhier Anatomie descriptive, Tome troisième, Paris 1834 (zit. nach Unger)
- 5) Daasch, T. Die Herzknochen beim Schweine, Diss. Berlin 1925, Ref. Dtsch. Tierärztl. Wschr., 471, 1927
- 6) Dahme, E. Das Schwein, ein Versuchstier für die experimentelle Arterioscleroseforschung, Zschr. für gesamte experimentelle Medizin 145, 305-311, 1968
- 7) Ellenberger-Baum Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere, 18. Aufl., Springer Verlag Berlin 1943
- 8) Engelmann, K. A. Inaug. Diss., in Vorbereitung, München 1971

- 9) Erencin, Z. Evcil Memeliederde "Domuz Haric" Kalbi Kayiran Arterierler in structurel Oezellikleri, Türk. Vet. Hekim. Derm. Deng., 1953
- 10) Grau, H. Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Azygosvenen bei unseren Haustieren, Zschr. anat. Entw. gesch. 100, 1933
- 11) Gschwend, Th. Das Herz des Wildschweines, Anat. Anz. 72, 49-89, 1931
- 12) Habermehl, K. H. Morphologie und Funktion der Herzeigengefäße, Zbl. Vet. med. Reihe A, 13, 111-138, 1966
- 13) Habermehl, K. H. Zur Technik der intracardialen und intrapulmonalen Injektion beim Fleischfresser, Die blauen Hefte für den Tierarzt, 1-15, 1964
- 14) Haller, A. von Elementa Physiologica corporis humani, Tome I Lausanne 1757 (zit. nach Spalteholz)
- 15) Hamud, Hegazi Abd el Die Blutgefäßversorgung des Herzens von Rind, Schaf und Ziege, Inaug. Diss. Gießen, 1958
- 16) Henle, J. Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen, 1. Aufl., Bd. III, 1. Abtl., Braunschweig 1868 (zit. nach Spalteholz)

- 17) Hockerts, Th.
Nägle, S. Koronare Durchblutungsstörungen,
Dtsch. Med. Wschr. 88, 1372, 1963
- 18) Hoffmann, V. Die Blutgefäßversorgung des
Pferdeherzens,
Inaug. Diss. med. vet., Gießen
1960
- 19) Howe, B. B.
Fehn, P. A.
Pensinger, R. R. Comparative anatomical studies
of coronary arteries of canine
and porcine hearts,
I Free ventricular walls,
Acta anat. 71, 13-21, 1968
- 20) Howe, B. B.
Fehn, P. A.
Pensinger, R. R. Comparative anatomical studies
of coronary arteries of canine
and porcine hearts,
II Interventricular septum,
Acta anat. 71, 223-228, 1968
- 21) Huwyler, B. Zur Anatomie des Schweineherzens,
Untersuchungen des Kammerinneren
bei *Sus scrofa domesticus*,
Anat. Anz. 62, 49, 1926/27
- 22) Hyrtl, J. Die Korrosionsanatomie und ihre
Ergebnisse,
Braumüller Verlag Wien 1874
(zit. nach Habermehl)
- 23) Jacobi, W. Zur Topographie der Brusthöhlen-
organe des Hausschweines (*Sus*
scrofa dom.),
Wiss. Zschr. d. Humboldt-Univ.
Berlin, Math. Naturw. Reihe J. G.
XIII (1964) 2
- 24) Jumb, E. B.
Weaver, M. E. The miniature pig in Dental
Research, Swine in Biomedical
Research, 543, 1966 (zit. nach
Kalich, J., Krumbacher, K., Ruf, B.)

- 25) Kalich, J.
Krumbacher, K.
Ruf, B. Über die Erfahrung bei Zucht
und Haltung sowie einige phy-
siologische Daten des Hanford-
-Miniaturschweines,
Zschr. f. d. ges. experim. Med.
145, 312-325, 1968
- 26) Kitt, Th. Lehrbuch der Pathologischen Ana-
tomie der Haustiere,
Verlag Ferd. Enke Stuttgart 1911
- 27) Koch, Th.
Berg, R. Die mediastinalen Pleuraumschlag-
linien am Sternum und das Liga-
mentum sterno- bzw. phrenicope-
ricardiacum bei einigen Säugetieren,
Anat. Anz. 110, 116-126, 1961
- 28) Lücke, R. Blutgefäßversorgung des Hunde-
herzens,
inaug. Diss., Hannover 1955
- 29) Marek Lehrbuch der klinischen Diagno-
stik der inneren Krankheiten der
Haustiere,
1912, (Tafel XXIII)
- 30) Montané
et Bourdelle Anatomie régionale des animaux
domestiques,
Tome III Porc, 261-265, 1920
(zit. nach Huwyler)
- 31) Preuß, F. Zur Nomenklatur am Herzen,
Anat. Anz. 103, 20-37, 1956
- 32) Raffo, C. Sal circolo collaterale e salle
anastomosi delle arterie del
cuore di uomo e di alcuni altri
mammiferi,
Arch. ital. Anat. Emb. 26, 1928
(zit. nach Anat. Ber. 26, 1933)

- 33) Rickert, J. Blutgefäßversorgung des Schweineherzens,
Inaug. Diss. Hannover, 1955
- 34) Ruysch Darstellung des Aortenstammes
und des Koronarstammes,
1724 (zit. nach Habermehl)
- 35) Schaller, O. Nomina Anatomica Veterinaria,
Habel, R. E. Vienna: International Committee
Frewein, J. on Veterinary Anatomical Nomen-
clature, 1968
editors
- 36) Schröder, Fr. Relatives Herzgewicht und Herz-
maße,
Diss. Berlin, 1922
- 37) Schubert, F. Beiträge zur Anatomie des Herzens
der Haussäugetiere,
Diss. Dresden, 1909
- 38) Schummer, A. Ein neues Mittel (Plastoid) und
Verfahren zur Herstellung kor-
rosionsanatomischer Präparate,
Anat. Anz. 81, 177, 1935
- 39) Schummer, A. Vereinfachtes Plastoid-Korrosions-
verfahren,
Anat. Anz. 98, 288, 1951
- 40) Spalteholz, C. W. Die Anastomosen der Arteriae coro-
nariae cordis des Menschen,
Diss. Leipzig, 1886
- 41) Steger, W. Variabilität und Mißbildungen im
Schweineherzen,
Diss. Zürich, 1927 u. Anat. Anz.
63, 5-24

- 42) Sussdorf Anatomische Wandtafeln, männliches Schwein (linke Seitenansicht) und weibliches Schwein (rechte Seitenansicht) (zit. nach Huwyler)
- 43) Thebesius, A. G. Disputativ medica de circulo sanguinis in corde, Lugduni Batavorum 1708 (zit. nach Unger)
- 44) Unger, K. Die venae cordis minimae und die Foramina venarum (Thebesii) des menschl. Herzens, Zschr. Anat. Entw. gesch. 108, 356-375, 1938
- 45) Zimmerl, U. Ricerche anatomi-comparate sui vasi cardiaci degli-animali domestici, Parma 1900 (zit. nach Spalteholz)
- 46) Zölch, K. Korrosionsanatomische Untersuchungen an den Herzeigengefäßen des Hausschweines (*Sus scrofa dom.*) unter Berücksichtigung des Kapillarsystems, Inaug. Diss. Gießen, 1967

Herrn Professor Dr. B. VOLLMERHAUS möchte ich an dieser Stelle für die Überlassung des Themas und die hilfreiche Unterstützung besonders danken.

Weiterhin gebührt mein Dank den Mitarbeitern des Institutes und hier besonders der Graphikerin Frau Li Körner, der die Ausarbeitung der Abbildungen oblag.

LEBENS LAUF

Als Sohn des Lehrers Hans Mühlenbruch und seiner Ehefrau Anna geb. Buchkremer wurde ich, Hans Georg Mühlenbruch, am 21. April 1943 in Oberbruch-Eschweiler geboren.

1949 wurde ich in die Volksschule zu Hülhoven eingeschult, verließ diese nach dem 5. Volksschuljahr und besuchte dann bis zur Reifeprüfung folgende Gymnasien:

1954-1957 Gymnasium Fabritianum in Krefeld-Uerdingen

1957-1962 Apostelgymnasium Köln

1962-1964 Abendgymnasium Köln

Am 21. Oktober 1964 legte ich die Nichtschüler Reifeprüfung in der Viktoriaschule zu Darmstadt ab. Im gleichen Jahr immatrikulierte ich mich an der Justus Liebig-Universität zu Gießen und legte dort im Jahre 1967 die Tierärztliche Vorprüfung ab. Zum Sommersemester 1967 setzte ich das Studium der Veterinärmedizin an der Ludwig-Maximilians-Universität in München fort und bestand dort am 27. November 1969 das Staatsexamen. Am 23. Februar 1970 erlangte ich die Approbation als Tierarzt.

Vom 15. Oktober 1969 bis 15. Juli 1970 war ich als wissenschaftliche Hilfskraft im Institut für makroskopische Anatomie der Tiere an der Universität München tätig.

Seit Oktober 1970 bin ich in der kurativen Praxis beschäftigt.

